ระบบประเมินปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการหกล้ม
Fall Risk Factors Assessment

ศักดิ์นรินทร์ วงษ์เล็ก
Saknarin Wonglek
หทัยชนก จิตรมงคลกุล
Hathaichanok Jitmongkonkul

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2560

ระบบประเมินปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการหกล้ม
Fall Risk Factors Assessment

โดย

ศักดิ์นรินทร์ วงษ์เล็ก
Saknarin Wonglek
หทัยชนก จิตรมงคลกุล
Hathaichanok Jitmongkonkul

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2560

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบประเมินปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการหกล้ม

Fall Risk Factors Assessment

ผู้จัดทำ นายศักดิ์นรินทร์ วงษ์เล็ก รหัสนักศึกษา 57011234

นางสาวหทัยชนก จิตรมงคลกุล รหัสนักศึกษา 57011443

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบประเมินปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการหกล้ม
นักศึกษา	นายศักดิ์นรินทร์ วงษ์เล็ก รหัสประจำตัว 57011234
	นางสาวหทัยชนก จิตรมงคลกุล รหัสประจำตัว 57011443
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

บทคัดย่อ

การหกล้มในผู้สูงอายุเกิดจากหลายปัจจัย ปัจจัยภายในที่ทำให้เกิดการหกล้มมีดังต่อไปนี้ ประวัติการหกล้ม,สุขภาวะทางจิต,ระดับการทำกิจวัตรประจำวัน,โรคประจำตัว,ความบกพร่องของการเดินและการทรงตัว โครงงานนี้เป็นการทำนายความเสี่ยงที่ผู้สูงอายุจะหกล้มในอนาคตโดยใช้ข้อมูลปัจจัยเสี่ยงภายในร่วมกับการประมวลผลข้อมูลที่เรียกว่า partial least square เพื่อใช้ทดแทนวิธีการทำนายความเสี่ยงแบบเดิมที่ใช้อยู่ในโรงพยาบาลซึ่งมีความแม่นยำต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Fall Risk Factors Assessment
Student	Mr.Saknarin Wonglek Student ID 57011234
	Miss.Hathaichanok Jitmongkonkul Student ID 57011443
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Electronics Engineering
Year	2017
Thesis Advisor	Dr. Thurdsak Leauhatong

Abstract

Falling in the elderly is caused by many factors. Intrinsic factors that cause fall are as follows History of falls, Mental health, Daily lifestyle, Congenital disease, Deficiency of walking and stabilization. This project is to predict the risk that older will fall in the future using intrinsic risk factors, along with data processing called PLS (partial least square), to replace conventional risk prediction methods used in hospitals with low accuracy.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ระบบประเมินปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการหกล้ม(Fall Risk Factors Assessment) สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและจากบุคคลหลายท่านด้วยกันที่คอยให้ความรู้ คำปรึกษา และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงานนี้ ทำให้โครงงานนี้สำเร็จไปได้ด้วยดีขอขอบคุณ เพื่อนๆ, รุ่นพี่และอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยแนะแนวทางในการดำเนินงาน ให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น อีกทั้งยังคอยให้กำลังใจและติดตามเอาใจใส่เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ตั้งแต่เริ่มต้นโครงงานจนกระทั่งโครงงานนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ศักดิ์นรินทร์ วงษ์เล็ก
หทัยชนก จิตรมงคลกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญรูป.....VI
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของวิจัย.....1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....1
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ.....1
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....2
2.1 ความสำคัญของแบบสอบถาม.....2
2.2 ขั้นตอนการสอบเทียมและการทำนาย.....2
2.3 Mean-Centering and Scaling of variables.....2
2.4 Partial Least-Square (PLS).....3
2.5 MATLAB.....3
2.6 JAVA programming language.....4
2.7 HTML.....4
2.8 Android Studio.....5
บทที่ 3 การออกแบบและการทำงาน.....6
3.1 คุณสมบัติและลักษณะการทำงาน.....6
3.2 Mean-Centering and Scaling of variables.....8
3.3 Partial Least-Square (PLS).....8
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....10
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 หน้าต่างโปรแกรม MATLAB 3

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของโปรแกรมการประเมินปัจจัยเสี่ยงคนล้ม....7

3.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าYและX 8

3.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าYและX โดยแสดงค่าError 9

4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Beta และหัวข้อปัจจัย....10

4.2 ผลลัพธ์ปัจจัยที่มีผลเสี่ยงต่อการหกล้ม....11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันคนไทยเสียชีวิตจากการพลัดตกหกล้ม สูงถึงปีละ 1,600 คน ซึ่งเป็นสาเหตุการตายอันดับสองในกลุ่มของการบาดเจ็บโดยไม่ตั้งใจ (Unintentional) รองจากการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุทางถนน โดย 1 ใน 3 พบว่ามักอยู่ในกลุ่มผู้สูงอายุและความเสี่ยงจะเพิ่มสูงขึ้นตามอายุ และปัญหาที่พบบ่อยของผู้สูงอายุที่ได้รับอุบัติเหตุดังกล่าว คือกระดูกแตกหักหรืออุบัติเหตุทางสมอง ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้มีอัตราการความพิการและอัตราการเสียชีวิตค่อนข้างสูงมาก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาว่าปัจจัยภายในอะไรที่เสี่ยงต่อการหกล้ม
2. เพื่อสร้างโปรแกรมที่สามารถตรวจสอบว่าปัจจัยภายใดที่ทำให้ผู้สูงอายุเสี่ยงหกล้มหรือไม่

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. มีปัจจัยภายในจำนวน 143 ชนิด ในการทดสอบ
2. โปรแกรมสามารถตรวจสอบได้ว่าปัจจัยภายในใดเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการหกล้มที่แท้จริง

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้นำความรู้ในวิชาเรียน Mathematics 4 มาใช้ประโยชน์ในการทำโครงงาน
2. ได้ฝึกการใช้โปรแกรมอาทิเช่น Matlab, Excel, Android Studio เป็นต้น
3. ได้ฝึกคิดอัลการิธึมในการเขียนโปรแกรม
4. ได้ฝึกการติดต่อสื่อสารและการร่วมงานกับบุคคลอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 ความสำคัญของแบบสอบถาม

การวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ เกือบ 80% ในปัจจุบันนิยมใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล เพราะแบบสอบถามมีข้อดีหลายประการ คือ

1. ค่าลงทุนน้อยกว่า เมื่อเทียบกับการสัมภาษณ์ เพราะการสัมภาษณ์ต้องออกไปสัมภาษณ์ทีละคน ย่อมเสียเวลา และค่าใช้จ่ายมากกว่า
2. การส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ถึงมือผู้รับแน่นอนกว่าการออกไปสัมภาษณ์ ซึ่งผู้ตอบไม่อยู่หรือไม่ยินดีพบผู้สัมภาษณ์
3. สามารถส่งได้ครั้งละมาก ๆ และสะดวกกว่าการสัมภาษณ์
4. แบบสอบถามที่ดีผู้ตอบจะตอบอย่างสะดวกใจมากกว่าการสัมภาษณ์
5. ถ้าสร้างแบบสอบถามให้ดีแล้ว การวิเคราะห์ข้อมูลทำได้ง่ายกว่าการสัมภาษณ์
6. แบบสอบถามจะไปถึงมือผู้รับได้ทุกแห่งที่มีการไปรษณีย์
7. ผู้ตอบได้แสดงความคิดเห็นของสภาวะการณ์ในเวลาที่ใกล้เคียงกันได้
8. ผู้ตอบข้อความที่เหมือนกัน และแบบฟอร์มเดียวกัน และอยู่ในสภาวะที่คล้ายกัน ทำให้สรุปผลดีกว่าการสัมภาษณ์

2.2 ขั้นตอนการสอบเทียบและการทำนาย

โดยปกติแล้วการวิเคราะห์ผลทางเคมีประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 คือ ลักษณะของวิธีการและเครื่องมือในการตรวจสอบการสร้างโมเดลพฤติกรรมระหว่างข้อมูล 2 ชุดข้อมูล โดยกำหนด Y : ตัวแปรตาม X : ตัวแปรต้น โมลเดลของการทดลองนี้เป็นสมการความสัมพันธ์ระหว่าง $Y = f(X)$ นี่คือขั้นตอนของการสอบเทียบ ขั้นตอนที่ 2 คือ ข้อมูลตัวแปรต้นจะถูกสุ่มเพื่อใช้ในการทำนายค่าของตัวแปรตาม นี่คือขั้นตอนการทำนาย เป้าหมาย คือ การทำพยากรณชุดข้อมูลตัวแปรตามจากชุดข้อมูลตัวแปรต้น

2.3 Mean-Centering and Scaling of variables

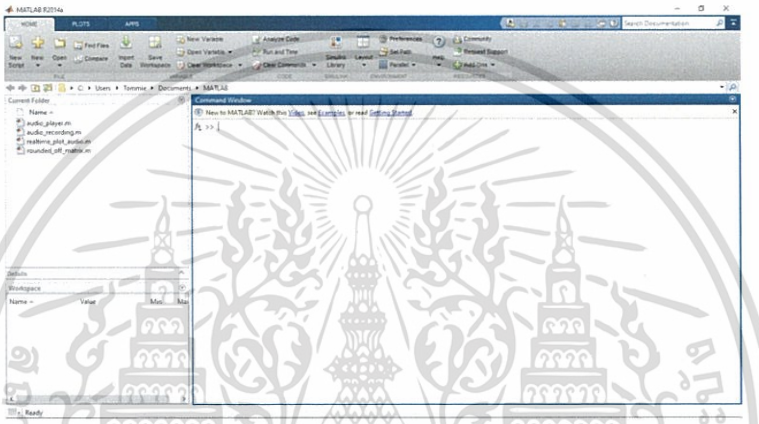
ก่อนเราจะทำการวิเคราะห์ข้อมูล เราจำเป็นต้องทำการหาค่ากลางที่เหมาะสมในการเปรียบเทียบค่า และการหาน้ำหนักที่เหมาะสมในแต่ละตัวแปร เพื่อทำให้ข้อมูลที่เราได้มีค่าเหมาะสมที่สุดกับความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เรากำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Partial Least-Square (PLS)

เป็นการใช้ Multiple linear regression กับตัวแปรใหม่ (latent variables) ที่เรียกว่า factor หรือ Principal component ซึ่งสร้างโดยอาศัยความแปรปรวนร่วมหรือความสัมพันธ์ระหว่างค่า X (independent variables) และค่า Y (dependent variable) เพื่อลดปัญหากรณีที่ค่า X มีความสัมพันธ์กันเองสูง (collinearity) ซึ่งมักจะส่งผลให้สมการ regression ที่ได้มีความน่าเชื่อถือต่ำในการนำไปทำนายค่า Y จากค่า X ของตัวอย่างในอนาคต โดยตัวแปรใหม่ที่ได้จะไม่มีความสัมพันธ์กันเอง

2.5 MATLAB



รูปที่ 2.1 หน้าต่างโปรแกรม MATLAB

สำหรับผู้ที่ยังไม่เคยใช้งานโปรแกรม MATLAB อาจสงสัยว่าโปรแกรม MATLAB มีข้อดีอย่างไร ทำไมถึงไม่ใช้งานภาษาโปรแกรมอื่นๆ และแตกต่างจากโปรแกรมภาษาอื่นๆ อย่างไร ดังนั้นในหัวข้อนี้จึงได้จำแนกลักษณะเด่นที่ง่ายต่อการใช้งานของโปรแกรม MATLAB ดังนี้ คือ

1. มีฟังก์ชันคณิตศาสตร์ให้เลือกใช้ในการคำนวณมากมายตลอดจนเราสามารถสร้างฟังก์ชันขึ้นมาใช้งานได้เองในสาขาที่ต้องการ โดยฟังก์ชันที่สร้างขึ้น (M-File) จะมีนามสกุลเป็น .m
2. Algorithm พัฒนาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก สามารถแก้ไขปัญหาทางด้วนคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ง่าย และรวดเร็วกว่าโปรแกรมภาษาอื่นๆ เช่น C, Fortran Basic เป็นต้น
3. มีโครงสร้างแบบจำลอง (Simulink) ซึ่งเป็น Package ที่เรานำไปสร้างบล็อกไดอะแกรมเพื่อใช้ทดสอบ และประเมินผลระบบ Dynamic ต่างๆ ก่อนนำไปใช้งานจริง
4. สามารถวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว
5. นำไปใช้งานในทางด้วนกราฟิกได้เป็นอย่างดีทั้งในด้านการแสดงภาพตั้งแต่สองมิติที่เป็น rectangular polar stair bar รวมทั้งภาพสมมิติในรูปแบบพื้นผิว (surface) และระดับสูงต่ำ (contour) ตลอดจนสามารถนำภาพมาต่อกัน และเก็บไว้เพื่อที่จะสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวได้อีกด้วย
6. ประยุกต์ใช้ในการสร้างรูปแบบ Graphical User Interface ได้โดยการเลือกใช้ object และเมนูต่างๆ โดยโปรแกรม MATLAB จะมีเครื่องมือให้เลือกใช้ เช่น เมนู รายการ ปุ่มกด และ fields object ต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกนำไปใช้ในการทำงานปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ทำการประมวลผลร่วมกับโปรแกรมอื่นได้ เช่น Fortran, Borland C/C++, Microsoft Visual C++ และ Watcom C/C++ ด้วยการเขียนฟังก์ชันที่เป็น mex ไฟล์โดยโปรแกรม MATLABจะเรียกใช้รูทีนจากโปรแกรมภาษา C และ Fortran
8. โปรแกรม MATLAB เป็นระบบ interactive ซึ่งส่วนของข้อมูลพื้นฐานเป็นอาร์เรย์ที่ไม่ต้องการมิติ
9. โปรแกรม MATLAB สามารถทำการแก้ปัญหาทางเทคนิคต่างๆ ได้มากใช้เวลาในการประมวลผลน้อย และดีกว่าโปรแกรมภาษา C และ Fortran

2.6 JAVA programming language

Java หรือ Java programming language คือภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุพัฒนาโดย เจมส์ กอสลิง และวิศวกรคนอื่นๆ ที่บริษัท ซัน ไมโครซิสเต็มส์ ภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้แทนภาษาซีพลัสพลัส C++ โดยรูปแบบที่เพิ่มเติมขึ้นคล้ายกับภาษาอ็อบเจกต์ทีฟซี (Objective-C) แต่เดิมภาษานี้เรียกว่า ภาษาโอ๊ก (Oak) ซึ่งตั้งชื่อตามต้นโอ๊กใกล้ที่ทำงานของ เจมส์ กอสลิง แล้วภายหลังจึงเปลี่ยนไปใช้ชื่อ "จาวา" ซึ่งเป็นชื่อกาแฟแทน จุดเด่นของภาษา Java อยู่ที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้หลักการของ Object-Oriented Programming มาพัฒนาโปรแกรมของตนด้วย Java ได้

ภาษา Java เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP : Object-Oriented Programming) โปรแกรมที่เขียนขึ้นถูกสร้างภายในคลาส ดังนั้นคลาสคือที่เก็บ เมทอด (Method) หรือพฤติกรรม (Behavior) ซึ่งมีสถานะ (State) และรูปพรรณ (Identity) ประจำพฤติกรรม (Behavior)

2.7 HTML

HTML (ย่อมาจาก Hyper Text Markup Language) เป็นภาษาประเภท Markup Language ที่ใช้ในการสร้างเว็บเพจ มีแม่แบบมาจากภาษา SGML (Standard Generalized Markup Language) ที่ตัดความสามารถบางส่วนออกไป เพื่อให้สามารถทำความเข้าใจและเรียนรู้ได้ง่าย ปัจจุบันมีการพัฒนาและกำหนดมาตรฐานโดยองค์กร World Wide Web Consortium (W3C) ภาษา HTML ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ HTML Level 1, HTML 2.0, HTML 3.0, HTML 3.2 และ HTML 4.0 ในปัจจุบัน ทาง W3C ได้ผลักดัน รูปแบบของ HTML แบบใหม่ ที่เรียกว่า XHTML ซึ่งเป็นลักษณะของโครงสร้าง XML แบบหนึ่ง ที่มีหลักเกณฑ์ในการกำหนดโครงสร้างของโปรแกรมที่มีรูปแบบที่มาตรฐานกว่า มาทดแทนใช้ HTML รุ่น 4.01 ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน HTML มีโครงสร้างการเขียนโดยอาศัย Tag ในการควบคุมการแสดงผลของข้อความ รูปภาพ หรือวัตถุอื่น ๆ แต่ละ Tag อาจจะมีส่วนขยาย เรียกว่า Attribute สำหรับจัดรูปแบบเพิ่มเติม การสร้างเว็บเพจ โดยใช้ภาษา HTML สามารถทำโดยใช้โปรแกรม Text Editor ต่างๆ เช่น Notepad, EditPlus หรือจะอาศัยโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้างเว็บเพจ เช่น Microsoft FrontPage, Dream Weaver ซึ่งอำนวยความสะดวกในการสร้างหน้า HTML ในลักษณะ WYSIWYG (What You See Is What You Get) แต่มีข้อเสียคือ โปรแกรมเหล่านี้มัก generate code ที่เกินความจำเป็นมากเกินไป ทำให้ไฟล์ HTML มีขนาดใหญ่ และแสดงผลช้า ดังนั้นหากเรามีความเข้าใจภาษา HTML จะเป็นประโยชน์ให้เราสามารถแก้ไข code ของเว็บเพจได้ตามความต้องการ และยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถนำ script มาแทรก ตัดต่อ สร้างลูกเล่นสีสันให้กับเว็บเพจของเราได้ การเรียกใช้งานหรือทดสอบการทำงานของเอกสาร HTML จะใช้โปรแกรม Internet Web Browser เช่น Internet Explorer (IE), Mozilla Firefox, Safari, Opera, และ Google Chrome เป็นต้น

2.8 Android Studio

Android Studioเป็น Official IDE Tool จาก Google ไว้พัฒนา Android โดยเฉพาะ จากแนวคิดพื้นฐาน InteliJ IDEA คล้าย ๆ กับการทำงานของ Eclipse หรือ Netbean และ Android ADT Plugin วัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนา App บน Android โดยเฉพาะให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัว App มุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ล่ะรุ่น สามารถแสดงผล preview ได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการรัน App บน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุงในเรื่องของความเร็วของ Emulator ที่ยังเจอปัญหากันอยู่ในปัจจุบัน

Feature

- A flexible Gradle-based build system
- A fast and feature-rich emulator
- A unified environment where you can develop for all Android devices
- Instant Run to push changes to your running app without building a new APK
- Code templates and GitHub integration to help you build common app features and import sample code
- Extensive testing tools and frameworks
- Lint tools to catch performance, usability, version compatibility, and other problems
- C++ and NDK support

-Built-in support for Google Cloud Platform, making it easy to integrate Google Cloud Messaging and App Engine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการทำงาน

3.1 คุณสมบัติและลักษณะการทำงาน

โปรแกรมการประเมินปัจจัยเสี่ยงคนล้มจากปัจจัยภายในนั้นถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือส่วนของการเก็บข้อมูล โดยส่วนเก็บข้อมูลนั้นเป็นการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามที่ผู้สูงอายุมาพบแพทย์ได้ตอบแบบสอบถามไว้ ซึ่งข้อมูลที่ได้มานั้นเราจะนำไปทำโครงงานในส่วนต่อไป ส่วนที่ 2 คือส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเรานำข้อมูลส่วนที่ 1 มาทำการทำโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ว่าปัจจัยภายในใดเป็นปัจจัยเสี่ยงต่อการหกล้มที่แท้จริง

เราจำเป็นต้องแปลงทุกปัญหาให้อยู่ในรูปของสมการคณิตศาสตร์ จากนั้นเราต้องหาสมการเพื่อมาแก้ปัญหานั้นๆให้ได้ โดยให้ x เป็นตัวแปรต้น Y คือสิ่งที่เราต้องการทำนาย เราจะต้องเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร x และ y ออกมา เพื่อหาค่า Beta นั่นคือขั้นที่การสร้าง model

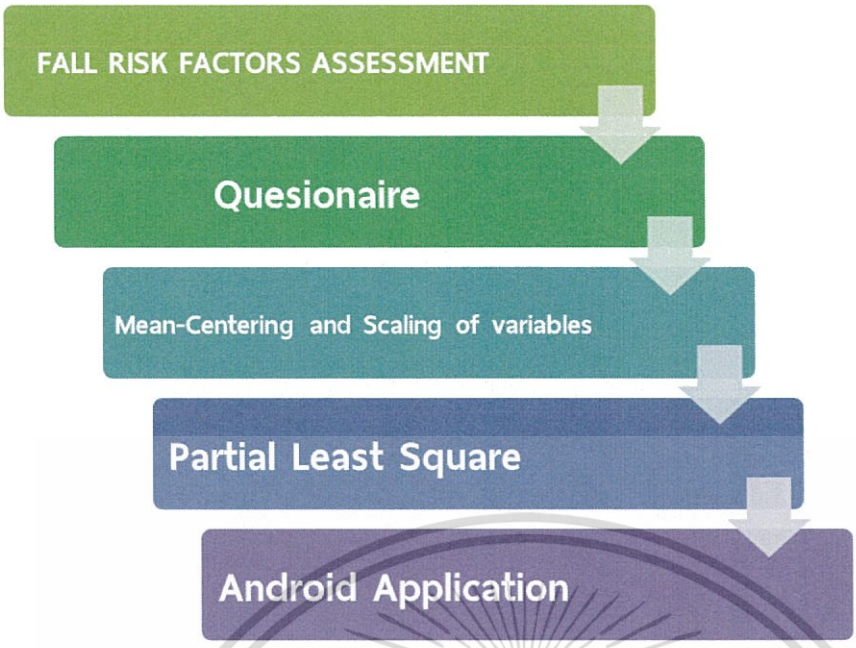
วิธีการสร้างมีหลายวิธีมากๆ แต่เราหยิบมาใช้ 1 สมการ คือ **PLS** โดยสมการตัวนี้เป็นสมการเชิงเส้น สมการที่เราสนใจ คือ

$$Y = b_0+b_1X_1+...+b_nX_n+e \quad (3.1)$$

โดยค่า **e = Error** ต้องมีค่าน้อยมากๆ

ตอน Training ให้หาค่าYและค่าXเพื่อนำค่าพวกนี้ไปหาค่าb_0-b_nโดยใช้สมการ3สมการขั้นต้นเสร็จแล้วนำค่า b_0-b_n ไปทดสอบกับค่า X_0-X_n เพื่อหาค่า Ytest พร้อมตรวจสอบค่า error
ถ้าข้อมูลเป็นสมการเชิงเส้น เราจะสามารถเขียนสมการในรูปเมตริกซ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของโปรแกรมการประเมินปัจจัยเสี่ยงคนล้ม

จากแผนผังการทำงานของโปรแกรมการประเมินปัจจัยเสี่ยงคนล้มสามารถอธิบายหลักการทำงานของโปรแกรมการประเมินปัจจัยเสี่ยงคนล้มเ สามารถอธิบายหลักการทำงานในแต่ละส่วนได้ดังนี้ คือ เมื่อเราได้ข้อมูลของแบบสอบถาม เรามาทำการจัดเรียงข้อมูลจากนั้นทำการแบ่งข้อมูลเป็นสองชุด เป็นชุด training และชุด test จากนั้นนำข้อมูลที่แยกได้สองชุด มาเข้าสมการทางคณิตศาสตร์ ด้วยวิธี **Partial Least-Square (PLS)** เมื่อเราทำการแทนตัวแปรต่างๆลงในสมการ เราจะได้ค่าคงที่มาค่าหนึ่งเพื่อใช้ในการอ้างอิง และเป็นการสอนข้อมูลชุดแรกเพื่อนำค่าที่ได้ไปทำการพยากรณ์ค่าตัวแปรตามต่อไป เราจะทำการนำค่าตัวแปรต้นของเรามาสร้างใหม่เป็น score matrix เพื่อเพิ่มคุณสมบัติมัน ทั้งยังทำให้ค่าจากตัวแปรต้นมีทิศทางเวคเตอร์ที่ชัดเจนและตรงกับค่า Standard Deviation (SD) ต่อมาข้อมูลที่เราได้จาก PLS เป็นข้อมูลแค่จากฝั่ง X แต่เราสนใจค่า Y ด้วย โดยทำการหาScore matrix เหมือนกับการทำค่า X ทุกประการ จากนั้นเราจะนำทั้งค่า Y และX ที่ได้จากการหาสมมการทั้งหมดมาทำการหาค่าคำนวณหาค่า%ความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 Mean-Centering and Scaling of variables

Mean-Centering ก่อนเราจะนำค่าเมตริกซ์ X ไปใช้งานนั้น. เราจะนำข้อมูล X ไป mean-centering and scaling ก่อน เช่น ที่ Wave Number ที่ 1 เราวัดค่ามา 100 ครั้ง ครั้งที่ 1 สัญญาณมีค่าเป็น 1 ครั้งที่ 100 สัญญาณมี่ค่าเป็น 100 ดังนั้นเราต้องนำค่าทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ยแล้วนำข้อมูลไปลบค่าทุกตัว

Scaling of variables

ขั้นตอนการ scaling มีทั้งหมด 3 แบบ

- แบบที่ 1 คือ แต่ละค่ามีการวัดทดลองที่เหมือนกันหมด เราไม่จำเป็นต้องนำข้อมูลมาทำการ scaling พอหาค่ามีนได้ก็สามารถนำข้อมูลไปใช้ได้เลย
- แบบที่ 2 กรณีใช้การทดลองหรือการวัดไม่เหมือนกัน

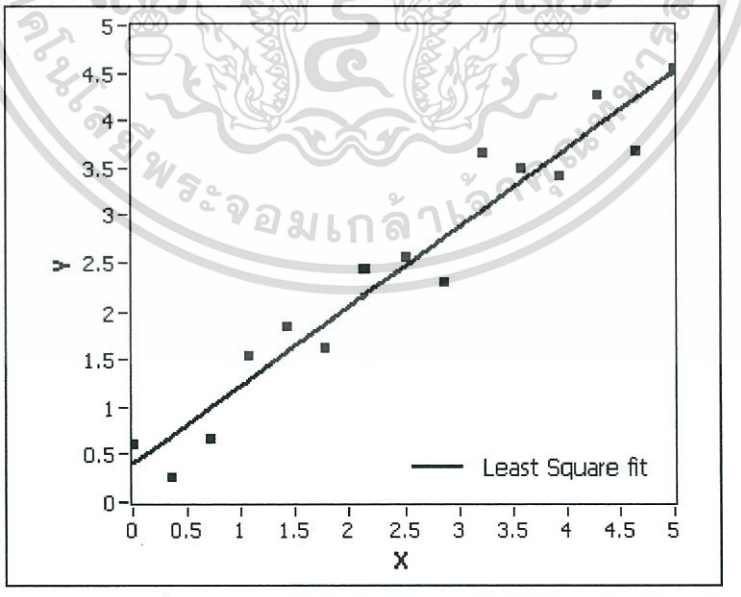
แต่ในกรณีการทำโครงงานนี้เราไม่จำเป็นต้องใช้ เพราะฉะนั้นเราต้องทำให้ค่าstandardของแต่ละข้อมูลเท่ากัน

- แบบที่ 3 กรณีความสำคัญของแต่ละข้อมูลไม่เท่ากัน

เช่น สมมติ ตัวแปรที่เราเก็บมา ถ้าเราเพิ่มตัวแปรเข้าไปอีก แต่ตัวแปรนั้นไม่ได้มีความสำคัญมากสำหรับอ้างอิงข้อมูลแต่ละค่า เราจึงอาจจะให้น้ำหนักแต่ละตัวแปรไม่เท่ากัน

3.3 Partial Least-Square (PLS)

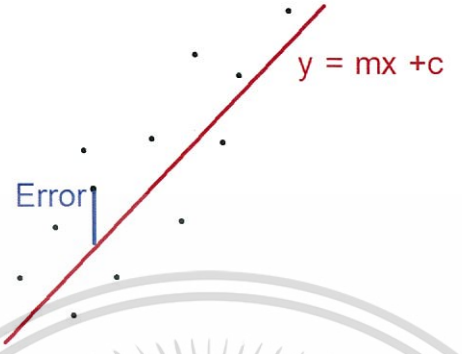
เราทำการทดลองหาความสัมพันธ์ของปริมาณ 2 ชนิด X และ Y เราจะทำการวัดค่า X ไปเรื่อยๆในขณะที่เปลี่ยนแปลงค่า Y เป็นสเต็ปๆไป ผลที่ได้ก็คือจุดของข้อมูลเต็มไปหมดที่ไม่ได้เรียงกันเป็นเส้นแต่จะขึ้นๆลงๆ ดังตัวอย่างในภาพที่



รูปที่ 3.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าYและX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมาเราจะได้ข้อมูลมาชุดหนึ่ง โดยที่เราเชื่อว่า X และ Y มันมีความสัมพันธ์กันเป็นสมการรูปแบบหนึ่ง อย่างเส้นตรง Y=mX จากนั้นเราก็จะทำการพล็อตกราฟลงไปโดยวิธี Linear Least Square (กรณีเส้นตรง) ซึ่งก็คือเส้นที่อยู่ใกล้ทุกจุดที่สุดต่อมาข้อมูลที่เราได้จะไม่สมบูรณ์ เนื่องจากมีข้อมูลที่ผิดพลาด เราจึงต้องหาค่าความผิดพลาดนั้น



รูปที่ 3.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าYและX โดยแสดงค่าError

ทำการสมมติว่ามีเส้นตรงเส้นหนึ่งที่น่าจะใช้แทนข้อมูลได้ คือ Y=mX+c โดยการที่จะแทนข้อมูลได้ถูกต้องที่สุดตัว Error หรือ Residual จะต้องน้อยที่สุดด้วย ดังนั้น เราจึง Summation ทุกๆค่าผิดพลาดแล้วใช้ Calculus หาค่าสูงสุดต่ำสุดสัมพัทธ์เพื่อที่จะหาว่าค่า m กับ c ในสมการมีค่าเท่าไหร่ถึงจะเกิดค่า Error น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่4

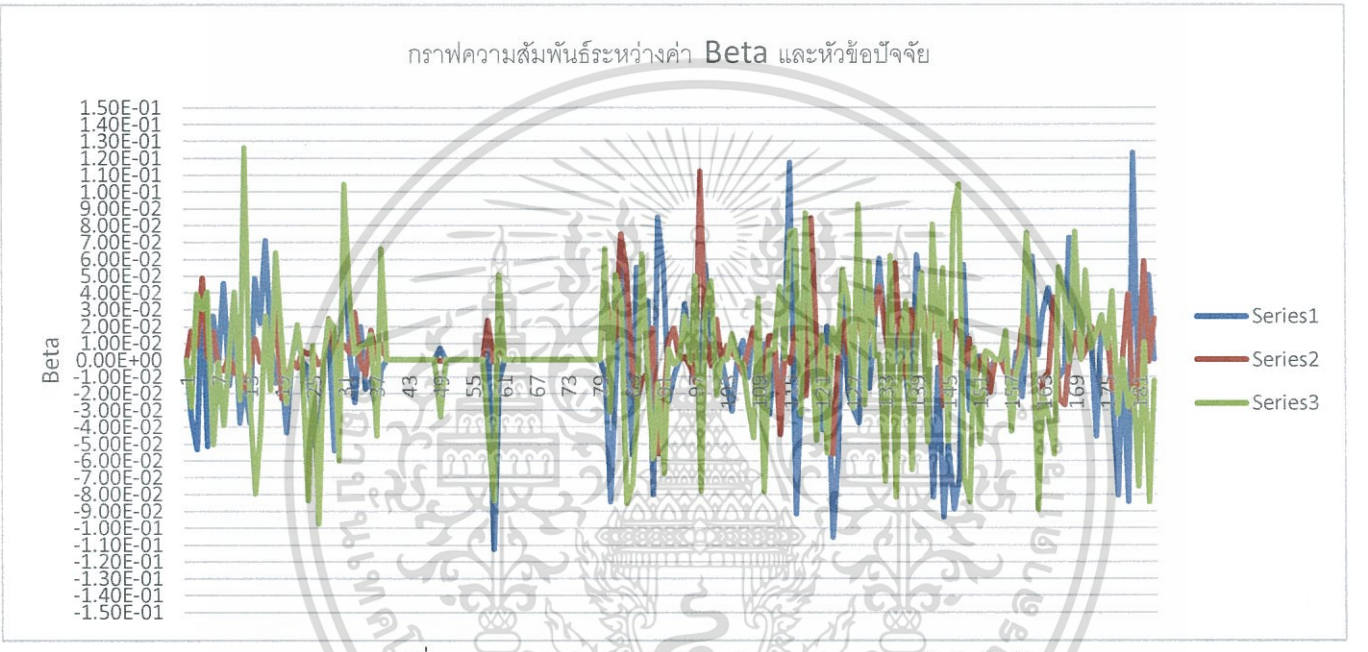
ผลการทดลอง

ผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างโปรแกรมที่สามารถตรวจสอบได้ว่าปัจจัยภายในใดที่ทำให้ผู้สูงอายุเสี่ยงหกล้มทำให้เราได้ค่า Beta ดังนั้นเราสามารถหาได้แล้วว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อความเสี่ยงในการหกล้ม จากสมการ

$$Y = Xb + e$$

และ

$$Y = b_0+b_1X_1+...+b_nX_n+e$$



รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Beta และหัวข้อปัจจัย

จากกราฟทำให้เราสามารถวิเคราะห์ได้ว่า เมื่อ

$b_{ij} > 0$ ปัจจัยนี้มีผลทำให้เกิดความเสี่ยงที่จะหกล้มมีมากขึ้น

$b_{ij} < 0$ ปัจจัยนี้มีผลทำให้เกิดความเสี่ยงที่จะหกล้มมีน้อยลง

$b_{ij} = 0$ ปัจจัยนี้ไม่มีผลที่ทำให้เกิดความเสี่ยงที่จะหกล้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 ผลลัพธ์ปัจจัยที่มีผลเสี่ยงต่อการหกล้ม

แอพพลิเคชั่นนี้สามารถทำนายได้ว่าปัจจัยไหนที่เสี่ยงต่อการหกล้มต่อผู้สูงอายุโดยการนำค่าbetaจากรูปที่4.1นำมาวิเคราะห์และประมวลผลออกมาเป็นผลลัพธ์ของแอพพลิเคชั่นนี้

อัตราการล้มมาจากการเปรียบเทียบคะแนนที่ผู้ใช้แอพพลิเคชั่นทำแบบสอบถามเปรียบเทียบกับคะแนนเต็มจากนั้นนำมาแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์อัตราการหกล้ม

โดย

ผลคะแนนสมรรถภาพสมองได้ 30/30

ผลคะแนนรวมความมั่นใจในการทำกิจกรรม 22/42

ผลคะแนนBerg Balance Scale 30/56

ผลรวมคะแนนเต็มจะได้ 82/128 คิดเป็นร้อยละ 64.063 หรือ 64%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าจากค่ามาตรฐานที่คำนวณได้โดยกำหนดให้ X เป็นปัจจัย, Beta เป็นค่าถ่วงน้ำหนักและ Y เป็นประวัติการหกล้มเทียบการค่าฝึกฝนและค่าทดสอบ โดยเราสามารถทำนายปัจจัยที่มีผลต่อการหกล้มของผู้สูงอายุ ซึ่งมีค่าความผิดพลาดประมาณ 5% ซึ่งเป็นค่าความผิดพลาดที่เราสามารถนำไปใช้อ้างอิงได้ และ แอพพลิเคชั่นนี้ยังสามารถบอกอัตราเสี่ยงการหกล้มของผู้สูงอายุเป็นเปอร์เซ็นต์ได้อีกด้วย

วิจารณ์ผลการทดลอง

ซึ่งค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นเกิดขึ้นมาจากหลายๆ ปัจจัยเช่น การเก็บข้อมูลที่คลาดเคลื่อน, การตอบคำถามแบบไม่แน่ใจ เป็นต้น

เมื่อเรานำแอพพลิเคชั่นที่เสร็จแล้วนั้นไปให้ผู้ป่วยใช้งานจริง ปรากฏว่ามีการติมาว่าใช้งานยากและมีข้อมูลที่เยอะเกินไป ทำให้การใช้งานจริงไม่สะดวก ทั้งยังใช้เวลานานเกินไปในการตอบคำถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

https://medium.com/blogs-194/%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%98%E0%B8%B5%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-android-studio-%E0%B9%80%E0%B8%9A%E0%B8%B7%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AA%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%87-activity-%E0%B9%83%E0%B8%AB%E0%B9%89%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A-application-b20649889afb (สืบค้นวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2561)

http://www.thaicreate.com/mobile/android.html
(สืบค้นวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2561)

ประโยชน์เทคโนโลยีสารสนเทศนำเสนอ “ โปรแกรม Matlab ”. (ออนไลน์).
แหล่งที่มา : http://turkyang.blogspot.com/2013/07/matlab.html
(สืบค้นวันที่ 7 มีนาคม 2561)

PLS (Partial Least Square) Multiple Linear Regression. (ออนไลน์).
แหล่งที่มา : http://www.vcharkarn.com/vcafe/154034
(สืบค้นวันที่ 19 มีนาคม 2561)

http://www.codemobiles.com/biz/training/dvd_android.html
(สืบค้นวันที่ 4 เมษายน 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้สูงอายุ รหัส.....

ผู้สูงอายุ: ชื่อ..... นามสกุล.....

อายุ.....ปี วัน เดือน ปี เกิด.....

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง สถานะภาพ ☐ โสด ☐ คู่ ☐ หย่า ☐ หม้าย

การศึกษา ☐ ไม่ได้ศึกษา ☐ ประถมต้น ☐ ประถมปลาย ☐ มัธยมต้น ☐ มัธยมปลาย

☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

ปัจจุบัน ☐ ทำงาน

(ระบุ.....)

☐ ไม่ทำงาน (หน้าที่รับผิดชอบปัจจุบัน.....,

อาชีพก่อนเกษียณ.....)

ที่อยู่ บ้านเลขที่..... หมู่บ้าน.....ตำบล.....

อำเภอ.....จังหวัด.....

โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้.....

โทรศัพท์ญาติที่ใกล้ชิดผู้สูงอายุ.....

สถานพยาบาลที่ใกล้ที่สุด.....

มือข้างถนัด ☐ ขวา ☐ ซ้าย

น้ำหนัก.....ก.ก. ส่วนสูง .....ซ.ม. BMI .....kg./m^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสผู้สูงอายุ..... วัน/เดือน/ปี.....ผู้ประเมิน.....

ประเมินครั้งที่ .....

แบบซักประวัติการหกล้ม

การหกล้ม: การเปลี่ยนตำแหน่งของร่างกายไปยังพื้นหรือตำแหน่งที่ต่ำกว่าโดยไม่ตั้งใจ ไม่รวมถึงการเปลี่ยนตำแหน่งไปยังเฟอร์นิเจอร์ กำแพง หรือวัตถุ

ในระยะเวลา 12 เดือนที่ผ่านมา คุณเคยหกล้มหรือไม่ ☐ ไม่เคย ☐ เคย

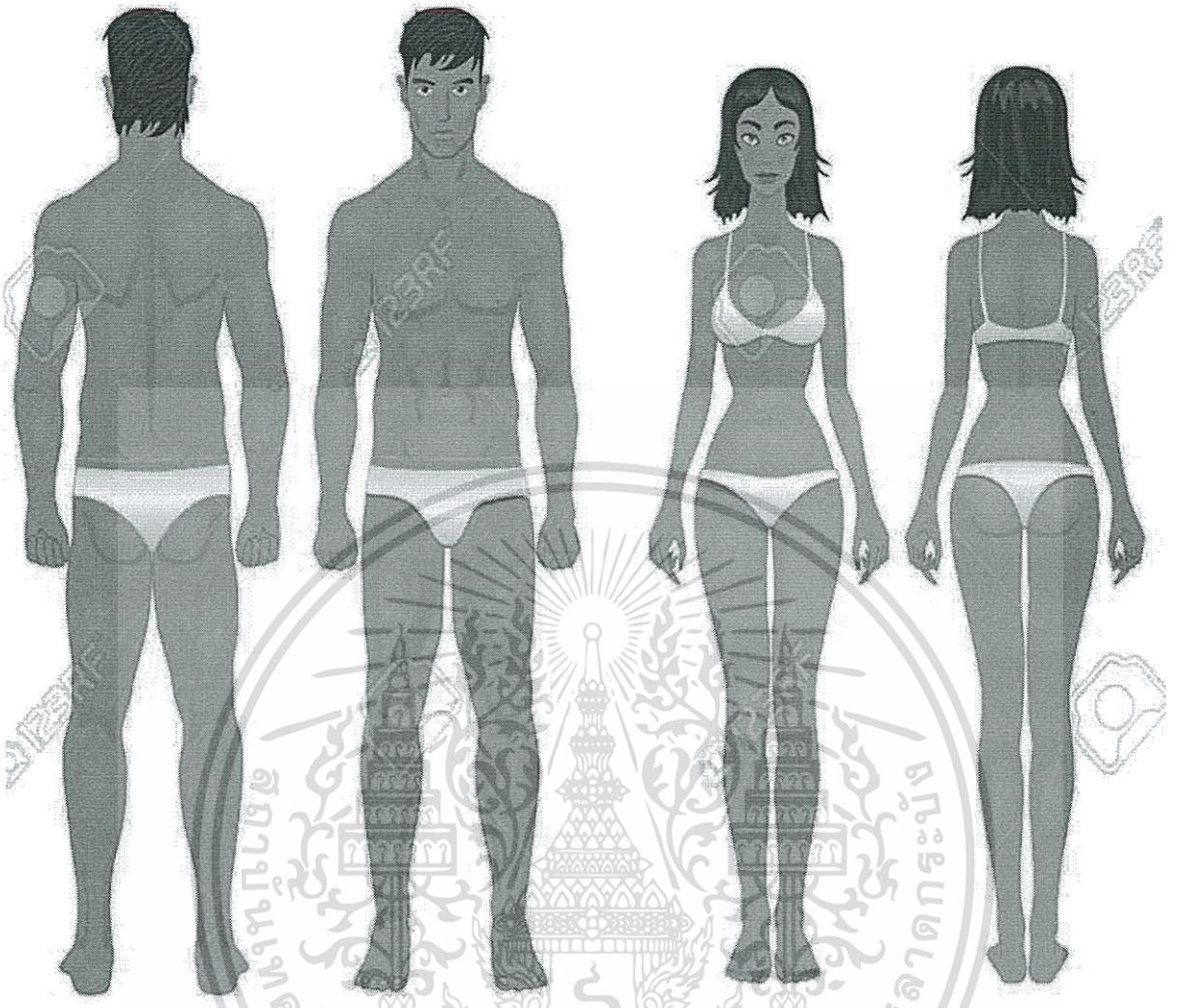
ถ้าเคยจงตอบคำถามต่อไปนี้

จำนวนการหกล้ม	1 เดือนที่ผ่านมา	6 เดือนที่ผ่านมา	12 เดือนที่ผ่านมา
สาเหตุการหกล้ม (ถ้าครั้งล่าสุดเป็นการล้มที่รุนแรงที่สุด ให้ใส่ในล้มล่าสุด)	การล้มล่าสุด	☐ เข่าทรุดไม่มีแรง ☐ สะดุดสิ่งกีดขวาง ☐ วิงเวียน วูบ ☐ ก้าวพลาด ตกบันได ตกหลุม ☐ อื่นๆ.....	
	การล้มที่รุนแรงที่สุด	☐ เข่าทรุดไม่มีแรง ☐ สะดุดสิ่งกีดขวาง ☐ วิงเวียน วูบ ☐ ก้าวพลาด ตกบันได ตกหลุม ☐ อื่นๆ.....	
	บอกไม่ได้เพราะ		
บาดเจ็บจากหกล้ม	การล้มล่าสุด	☐ ไม่มีการบาดเจ็บ ☐ มีรอยฟกช้ำ ถลอก (บริเวณ.....) ☐ มีแผลฉีกขาด ต้องการการเย็บ (บริเวณ.....) ☐ มีกระดูกหัก (บริเวณ .....) ☐ มีการบาดเจ็บที่ศีรษะ ☐ พบแพทย์ / เข้ารักษาที่โรงพยาบาล ☐ ไม่พบแพทย์ / ไม่เข้ารักษาที่โรงพยาบาล	
	การล้มที่รุนแรง	☐ ไม่มีการบาดเจ็บ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ที่สุด	☐ มีรอยฟกช้ำ ถลอก (บริเวณ.....) ☐ มีแผลฉีกขาด ต้องการการเย็บ (บริเวณ.....) ☐ มีกระดูกหัก (บริเวณ .....) ☐ มีการบาดเจ็บที่ศีรษะ ☐ พบแพทย์ / เข้ารักษาที่โรงพยาบาล ☐ ไม่พบแพทย์ / ไม่เข้ารักษาที่โรงพยาบาล
มีคนเห็นคุณล้ม/ หมดสติ	การล้มล่าสุด	☐ มีคนเห็น ☐ ไม่มีคนเห็น ☐ หมดสติ ☐ ไม่หมดสติ
	การล้มที่รุนแรงที่สุด	☐ มีคนเห็น ☐ ไม่มีคนเห็น ☐ หมดสติ ☐ ไม่หมดสติ
ด้านที่หกล้ม	การล้มล่าสุด	☐ ด้านซ้าย ☐ ด้านขวา ☐ ด้านหน้า ☐ ด้านหลัง
	การล้มที่รุนแรงที่สุด	☐ ด้านซ้าย ☐ ด้านขวา ☐ ด้านหน้า ☐ ด้านหลัง
สถานที่หกล้ม	การล้มล่าสุด	
	การล้มที่รุนแรงที่สุด	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสผู้สูงอายุ..... วัน/เดือน/ปี.....ผู้ประเมิน.....

Medical Conditions

☐ Arthritis (Joints:..... ....)	Osteoporosis ☐ ไม่เคยตรวจ ☐ เคยตรวจ เมื่อ.....
☐ Back Pain (มีผลต่อการทำกิจกรรมหรือการเคลื่อนไหว)	☐ Lower Limb Joint Replacement
☐ Parkinson's Disease	☐ Stroke
☐ Peripheral Neuropathy	☐ Other Neurological Conditions
☐ Dementia	☐ Vestibular Disorder
☐ Other Dizziness	☐ Respiratory Condition
☐ Cardiac Condition	☐ Hypotension
☐ Vertigo	☐ CVA
☐ Seizures	☐ Fracture
☐ Multiple Sclerosis	☐ Cancer
☐ Depression	
☐ Other Health Conditions.....	

Medication

☐ Anti-Depressants	☐ Antiepileptic	☐ Valporic Acid	☐ Levetriacetam
☐ Anti-Parkinson	☐ Anti-psychotic	☐ Benzodiazepines	☐ Anti-Anxiety
☐ Antihistamine	☐ Cardiac Medication	☐ Anti-Hypertensive	☐ Anti-Arrhythmic
☐ Ramipril	☐ Anti-Platelet	☐ Diuretics	☐ Hypnotics
☐ Lipid Regulating	☐ Opioids	☐ Narcotic	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสผู้สูงอายุ..... วัน/เดือน/ปี.....ผู้ประเมิน.....

<table>
<tr><td colspan="6">แบบประเมินปัจจัยเสี่ยงภายใน</td></tr>
<tr><td rowspan="4">สายตา</td><td>Visual Acuity</td><td colspan="2">Depth.....</td><td colspan="2">Frisby.....</td></tr>
<tr><td>สายตาสั้น/สายตายาว</td><td colspan="4">☐ แก้ไขได้โดยการใส่แว่น ☐ ไม่ได้แก้ไข</td></tr>
<tr><td>ใส่แว่นตาแบบ</td><td colspan="4">☐ Single Lens ☐ Bifocal Lens ☐ Multifocal Lens</td></tr>
<tr><td>ปัญหาด้านสายตาอื่นๆ</td><td colspan="3"></td><td>☐ รักษา
☐ ไม่ได้รักษา</td></tr>
<tr><td>การได้ยิน</td><td colspan="5">☐ ปกติ ☐ ไม่ปกติ ☐ ใส่เครื่องช่วยฟัง ☐ ไม่ใส่เครื่องช่วยฟัง</td></tr>
<tr><td>อาการวิงเวียนบ้านหมุน</td><td>☐ มี
☐ ไม่มี</td><td colspan="4">ได้รับการวินิจฉัยว่ามีปัญหาระบบหูชั้นใน (Vestibular System) คือ</td></tr>
<tr><td colspan="2">ปัญหาในการกลั้นปัสสาวะ</td><td>☐ มี
☐ ไม่มี</td><td colspan="3">จำนวนครั้งที่ต้องตื่นมาเข้าห้องน้ำตอนกลางคืน
..... ครั้ง/คืน</td></tr>
<tr><td>วิธีการเข้าห้องน้ำตอนกลางคืน</td><td colspan="5">☐ ห้องน้ำอยู่นอกห้องนอน ☐ ห้องน้ำอยู่ภายในห้องนอน
☐ มีบุคลากรช่วย ☐ ใช้กระโถน
☐ ใช้ผ้าอ้อมสำเร็จรูป ☐ อื่น.....</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ภาวะโภชนาการในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา</td><td>เบื่ออาหาร</td><td colspan="4">☐ ไม่มี ☐ มีแต่ยังทานอาหารครบปกติ
☐ มีและกระทบต่อปริมาณอาหารที่ทานได้ลดลง</td></tr>
<tr><td>น้ำหนัก</td><td>ลด
กก.</td><td>เพิ่ม
กก.</td><td colspan="2">ไม่เปลี่ยนแปลง</td></tr>
<tr><td>ความผิดปกติของเท้า</td><td colspan="5">☐ ไม่มี ☐ มี ได้แก่ ☐ Flat Foot/Feet ☐ Hallux Valgus
☐ อื่นๆ.....</td></tr>
<tr><td rowspan="2">รองเท้าที่สวมใส่ประจำ</td><td>รูปแบบรองเท้า</td><td colspan="4">☐ รองเท้าแตะแบบสวม ☐ รองเท้าแตะแบบหนีบ
☐ รองเท้าสวมแบบมีสายรัด ☐ รองเท้าสวมแบบมีหุ้มส้น</td></tr>
<tr><td>☐ เหมาะสม</td><td>☐ ไม่เหมาะสม</td><td colspan="3">☐ หลวมเกินไป ☐ ไม่มั่นคง เช่น ไม่มีสายรัด
☐ พื้นลื่น ☐ ความสูงของรองเท้าสูงเกิน 1 นิ้ว
☐ ชำรุด, ขาด</td></tr>
</table>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ช่วยเดิน	☐ ไม้เท้า ☐ ไม้เท้า 4 ขา ☐ วอล์กเกอร์แบบไม่มีล้อ ☐ พื้นยางสีกกร่อน ☐ ไม่แข็งแรง ☐ น้ำหนักมากเกินไป ☐ วอล์กเกอร์แบบมีล้อ ☐ ล้อเสียหาย ☐ โครงสร้างไม่แข็งแรง
การช่วยในการเคลื่อนย้าย	☐ เดินได้เองโดยไม่ใช้อุปกรณ์ช่วย/ใช้รถเข็นนั่ง/นอนพกบนเตียงโดยไม่ให้ลุกจากเตียง (Bed Rest)/บุคคลากรช่วย (Nurse Assist) ☐ ไม้ค้ำยัน (Crutches)/ไม้เท้า (Cane)/Walker Frame ☐ เดินโดยการยึดเกาะไปตามเตียง โต๊ะ เก้าอี้ (Furniture)
การเดิน (Gate)/ การเคลื่อนย้าย (Transferring)	☐ ปกติ (Normal)/นอนพักบนเตียงโดยไม่ให้ลุกจากเตียง (Bed rest)/ ไม่เคลื่อนไหว (Immobile) ☐ อ่อนแรงเล็กน้อยหรืออ่อนเพลีย (Weak)/เดินก้มตัวแต่ศีรษะตั้งตรงได้ขณะกำลังเดินโดยไม่เสียการทรงตัว/เดินก้าวสั้นและลากเท้า ☐ มีความพร่อง (Impaired) เช่น ลุกจากเก้าอี้ด้วยความลำบาก พยายามจะลุกจากเก้าอี้ด้วยการใช้มือและแขนยันตัว หรือลุกด้วยความพยายามอยู่หลายครั้ง เดินก้มศีรษะและตามองที่พื้น เดินโดยต้องมีคนช่วยพยุงหรือใช้อุปกรณ์ช่วยเดิน ไม่สามารถเดินได้โดยปราศจากการช่วยเหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสผู้สูงอายุ..... วัน/เดือน/ปี.....ผู้ประเมิน.....

ครั้งที่ .....

แบบประเมินการทำกิจวัตรประจำวัน (ดัดแปลงจาก Physical Activity Scale for the Elderly: PASE)

1. คุณ(ตา,ยาย,....) ออกกำลังกายอาทิตย์ละกี่ครั้ง และแต่ละครั้งออกกำลังกายกี่นาที

   .....ครั้ง/สัปดาห์ .....นาที/ครั้ง

กิจกรรมยามพักผ่อน

2. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมาคุณ(ตา,ยาย...) ทำกิจรรมที่ต้องนั่งทำเช่น อ่านหนังสือ ดูทีวี หรืองานฝีมือ กี่วันครับ (ไม่ทำ 0 คะแนน: 1-2 วัน 1 คะแนน: 3-4 วัน 2 คะแนน: 5-7 วัน 3 คะแนน)

   ..... คะแนน

   ถ้ามีคะแนน ถามต่อว่า คุณ(ตา,ยาย,...) ทำกิจกรรมอะไรครับ

   .....

   เฉลี่ยแล้วทำวันละกี่ชั่วโมงครับ (น้อยกว่า 1 ชั่วโมง 0 คะแนน: 1-2 ชั่วโมง 1 คะแนน: 2-4 ชั่วโมง 2 คะแนน: มากกว่า 4 ชั่วโมง 3 คะแนน)

   ..... คะแนน

3. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมาคุณ(ตา,ยาย...) ทำกิจรรมที่ต้องเดินออกนอกบ้าน เช่น เดินไปทำงาน เดินเล่น เดินไปซื้อของ กี่วันครับ (ไม่ทำ 0 คะแนน: 1-2 วัน 1 คะแนน: 3-4 วัน 2 คะแนน: 5-7 วัน 3 คะแนน)

   ..... คะแนน

   ถ้ามีคะแนน ถามต่อว่า คุณ(ตา,ยาย,...) ทำกิจกรรมอะไรครับ

   .....

   เฉลี่ยแล้วทำวันละกี่ชั่วโมงครับ (น้อยกว่า 1 ชั่วโมง 0 คะแนน: 1-2 ชั่วโมง 1 คะแนน: 2-4 ชั่วโมง 2 คะแนน: มากกว่า 4 ชั่วโมง 3 คะแนน)

   ..... คะแนน

4. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมาคุณ(ตา,ยาย...) ทำกิจรรมลักษณะกีฬาเบาๆ หรือกิจกรรมนันทนาการลักษณะออกกำลังกาย เช่น ไทเก็ก โยนโบว์ลิ่ง ตกปลา เล่นกอล์ฟร่วมกับนั่งรถกอล์ฟ กี่วันครับ (ไม่ทำ 0 คะแนน: 1-2 วัน 1 คะแนน: 3-4 วัน 2 คะแนน: 5-7 วัน 3 คะแนน)

   ..... คะแนน

   ถ้ามีคะแนน ถามต่อว่า คุณ(ตา,ยาย,...) ทำกิจกรรมอะไรครับ

   .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฉลี่ยแล้วทำวันละกี่ชั่วโมงครับ (น้อยกว่า 1 ชั่วโมง 0 คะแนน: 1-2 ชั่วโมง 1 คะแนน: 2-4 ชั่วโมง 2 คะแนน: มากกว่า 4 ชั่วโมง 3 คะแนน)

…….. คะแนน

5. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมาคุณ(ตา,ยาย...) ทำกิจรรมลักษณะกีฬาปานกลาง หรือกิจกรรมนันทนาการลักษณะออกกำลังกายปานกลาง เช่น เล่นกอล์ฟแต่ไม่นั่งรถกอล์ฟ เต้นบอลรูม เล่นแบดมินตัน กี่วันครับ (ไม่ทำ 0 คะแนน: 1-2 วัน 1 คะแนน: 3-4 วัน 2 คะแนน: 5-7 วัน 3 คะแนน)

…… คะแนน

ถ้ามีคะแนน ถามต่อว่า คุณ(ตา,ยาย,...) ทำกิจกรรมอะไรครับ

……

เฉลี่ยแล้วทำวันละกี่ชั่วโมงครับ (น้อยกว่า 1 ชั่วโมง 0 คะแนน: 1-2 ชั่วโมง 1 คะแนน: 2-4 ชั่วโมง 2 คะแนน: มากกว่า 4 ชั่วโมง 3 คะแนน)

…….. คะแนน

6. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมาคุณ(ตา,ยาย...) ทำกิจรรมลักษณะกีฬาค่อนข้างหนัก หรือกิจกรรมนันทนาการลักษณะออกกำลังกายค่อนข้างหนัก กี่วันครับ เช่น แอโรบิก เทนนิส วิ่งจ๊อกกิ้ง ว่ายน้ำ ปั่นจักรยาน กี่วันครับ (ไม่ทำ 0 คะแนน: 1-2 วัน 1 คะแนน: 3-4 วัน 2 คะแนน: 5-7 วัน 3 คะแนน)

…… คะแนน

ถ้ามีคะแนน ถามต่อว่า คุณ(ตา,ยาย,...) ทำกิจกรรมอะไรครับ

……

เฉลี่ยแล้วทำวันละกี่ชั่วโมงครับ (น้อยกว่า 1 ชั่วโมง 0 คะแนน: 1-2 ชั่วโมง 1 คะแนน: 2-4 ชั่วโมง 2 คะแนน: มากกว่า 4 ชั่วโมง 3 คะแนน)

…….. คะแนน

7. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมาคุณ(ตา,ยาย...) ออกกำลังกายที่ทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงหรือเพิ่มความอดทน เช่น ยกน้ำหนัก หรือวิดพื้น กี่วันครับ (ไม่ทำ 0 คะแนน: 1-2 วัน 1 คะแนน: 3-4 วัน 2 คะแนน: 5-7 วัน 3 คะแนน)

…… คะแนน

ถ้ามีคะแนน ถามต่อว่า คุณ(ตา,ยาย,...) ทำกิจกรรมอะไรครับ

……

เฉลี่ยแล้วทำวันละกี่ชั่วโมงครับ (น้อยกว่า 1 ชั่วโมง 0 คะแนน: 1-2 ชั่วโมง 1 คะแนน: 2-4 ชั่วโมง 2 คะแนน: มากกว่า 4 ชั่วโมง 3 คะแนน)

…….. คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมดูแลบ้าน

8. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมาคุณ(ตา,ยาย...) ทำงานบ้านเบาๆ เช่น ปัดฝุ่น ล้างจาน หรือไม่ (ไม่ทำ 0 คะแนน: ทำ 1 คะแนน)

   ..... คะแนน

9. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมาคุณ(ตา,ยาย...) ทำงานบ้านหนักๆ เช่น ดูดฝุ่น ถูพื้น เช็ดหน้าต่าง หรือยกของ หรือไม่ (ไม่ทำ 0 คะแนน: ทำ 1 คะแนน)

   ..... คะแนน

10. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมาคุณ(ตา,ยาย...) ทำงานต่อไปนี้ หรือไม่ (ไม่ทำ 0 คะแนน: ทำ 1 คะแนน)

    ซ่อมบ้าน เช่นทาสี ติดวอลเปเปอร์ ซ่อมไฟฟ้า ..... คะแนน

    ตัดหญ้า เก็บเศษไม้หรือใบไม้ ..... คะแนน

    ทำสวน ..... คะแนน

    ดูแลเด็ก หรือผู้ใหญ่ ..... คะแนน

ทำงานหรืออาสาสมัคร

11. ในช่วง 7 วันที่ผ่านมาคุณ(ตา,ยาย...) ได้ทำงานที่ได้รับค่าจ้าง หรือเป็นอาสมัครหรือไม่

    เฉลี่ยแล้วทำวันละกี่ชั่วโมงครับ ..... คะแนน

    งานที่ทำใกล้เคียงกับกิจกรรมแบบไหนมากที่สุดครับ

    1) นั่งทำงานและมีการเคลื่อนไหวแขน เช่น พนักงานออฟฟิศ ช่างซ่อมนาฬิกา พนักงานขับรถ หรือประกอบชิ้นส่วนในโรงงาน
    2) นั่งหรือยืนทำงาน ร่วมกับเดิน เช่น พนักงานเก็บเงิน พนักงานออฟฟิศ คนงานในโรงงาน
    3) เดินทำงานที่ต้องถือของหนักน้อยกว่า 25 กิโลกรัม เช่น คนส่งไปรษณีย์ พนักงานเสริฟอาหาร คนงานก่อสร้าง คนงานคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์หนัก
    4) เดินทำงานที่ต้องถือของหนักมากกว่า 25 กิโลกรัม เช่นช่างตัดไม้ ช่างก่ออิฐ เกษตรกรหรือกรรมกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางคำนวณคะแนน PASE

กิจกรรมของ PASE	ค่าน้ำหนักของ PASE
ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหรือความอดทน (ข้อ 7)*	30
กีฬาค่อนข้างหนัก (ข้อ 6)*	23
กีฬาปานกลาง (ข้อ 5)*	23
กีฬาเบาๆ (ข้อ 4)*	21
งานที่ต้องยืนหรือเดิน (ข้อ 11)*	21
เดิน (ข้อ 3)*	20
ตัดหญ้า เก็บเศษไม้หรือใบไม้ (ข้อ 10)**	36
ดูแลเด็กหรือผู้ใหญ่ (ข้อ 10)**	35
ซ่อมบ้าน (ข้อ 10)**	30
ทำงานบ้านหนักๆ (ข้อ 9)**	25
ทำงานบ้านเบาๆ (ข้อ 8)**	25
ทำสวน (ข้อ 10)**	20

* ให้คูณค่าน้ำหนักด้วยจำนวนชั่วโมงที่ทำกิจกรรมนั้น ตัวอย่างเช่นถ้ามีการเล่นกีฬาค่อนข้างหนักอาทิตย์ละ 0.04 ชั่วโมง/วัน คะแนน PASE เท่ากับ 0.04*23 = 0.92

** ให้คูณค่าน้ำหนักด้วยคะแนนที่ทำกิจกรรมนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสผู้สูงอายุ..... วัน/เดือน/ปี.....ผู้ประเมิน.....

แบบประเมิน Modified Falls Efficacy Scale (Fear of Falling)

ผู้ถูกทดสอบถูกถามด้วยคำถาม คุณมีความมั่นใจในการทำกิจกรรมแต่ละอย่างนี้อย่างไร?

ไม่มั่นใจ มั่นใจปานกลาง มั่นใจที่สุด

	1	2	3
1. แต่งตัว ใส่-ถอด เสื้อผ้า			
2. เตรียมหรือทำอาหารง่ายๆ			
3. อาบน้ำ			
4. ลุกขึ้นหรือลงนั่งบนเก้าอี้			
5. ลงนอนหรือลุกจากที่นอน			
6. เดินไปเปิดประตู หรือรับโทรศัพท์			
7. เดินรอบๆภายในบริเวณบ้าน			
8. เอื้อมหยิบของในตู้ หรือชั้นวางของ			
9. ทำงานบ้านเบาๆ			
10. ซื้อของ จ่ายตลาด			
11. ใช้ขนส่งมวลชน เช่นรถประจำทาง รถไฟ			
12. ข้ามถนน			
13. ทำสวนเล็กๆน้อยๆ			
14. ใช้บันไดที่บ้าน			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสผู้สูงอายุ..... วัน/เดือน/ปี.....ผู้ประเมิน.....

แบบประเมิน MMSE

แบบประเมินสมรรถภาพสมองเบื้องต้นฉบับภาษาไทย (Mini Mental State Examination: Thai version MMSE-Thai 2002) โดยสถาบันเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ถามผู้สูงอายุด้วยคำถามต่อไปนี้ บันทึกทั้งคำตอบที่ถูกต้องและคำตอบของผู้สูงอายุ จากนั้นบันทึกคะแนน โดยตอบถูกข้อละ 1 คะแนน

1. Orientation for Time (5 คะแนน)

คำถาม	คำตอบที่ถูกต้อง	คำตอบของผู้สูงอายุ	คะแนน
วันนี้วันที่เท่าไร			
วันนี้วันอะไร			
เดือนนี้เดือนอะไร			
ปีนี้ปีอะไร			
ฤดูนี้ฤดูอะไร			

2. Orientation for Place (ให้เลือกทำข้อใดข้อหนึ่ง)

กรณีอยู่ที่สถานพยาบาล

คำถาม	คำตอบที่ถูกต้อง	คำตอบของผู้สูงอายุ	คะแนน
สถานที่ตรงนี้เรียกว่าอะไร และ.....ชื่อว่าอะไร			
ขณะนี้ท่านอยู่ชั้นที่เท่าไรของอาคาร			
ที่นี่อำเภอ/เขตอะไร			
ที่นี่จังหวัดอะไร			
ที่นี่ภาคอะไร			

กรณีอยู่ที่บ้านของผู้สูงอายุ

คำถาม	คำตอบที่ถูกต้อง	คำตอบของผู้สูงอายุ	คะแนน
สถานที่ตรงนี้เรียกว่าอะไร และบ้านเลขที่อะไร			
ที่นี่หมู่บ้าน หรือละแวก/คุ้ม/ย่าน/ถนนอะไร			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่นี่อำเภอ/เขตอะไร			
ที่นี่จังหวัดอะไร			
ที่นี่ภาคอะไร			

3. Registration

ต่อไปนี้เป็นการทดสอบความจำ ผม(ดิฉัน)จะบอกชื่อของ 3 อย่าง ขอให้คุณ (ตา,ยาย,…) ตั้งใจฟังให้ดีนะ เพราะจะบอกเพียงครั้งเดียว ไม่มีการบอกซ้ำอีก เมื่อผม(ดิฉัน)พูดจบให้คุณ(ตา,ยาย,…)พูดทบทวนตามที่ได้ยิน ให้ครบทั้ง 3 ชื่อ แล้วพยายามจำไว้ให้ดี เดี๋ยวผม(ดิฉัน)จะถามซ้ำอีกครั้ง

* การบอกชื่อแต่ละคำให้ห่างกันประมาณ 1 วินาที ต้องไม่ช้าหรือเร็วเกินไป (ตอบถูก 1 คำได้ 1 คะแนน)

O ดอกไม้ O แม่น้ำ O รถไฟ ..... คะแนน

ในกรณีที่ทำแบบทดสอบซ้ำภายใน 2 เดือน ให้ใช้คำว่า

O ต้นไม้ O ทะเล O รถยนต์ ..... คะแนน

4. Attention/Calculation

ข้อนี้เป็นการคิดเลขในใจเพื่อทดสอบสมาธิ คุณ(ตา,ยาย,…)คิดเลขในใจเป็นไหม?

ถ้าตอบคิดเป็นทำข้อ 4.1 ถ้าตอบคิดไม่เป็นหรือไม่ตอบให้ทำข้อ 4.2

4.1 "ข้อนี้คิดในใจเอา 100 ตั้ง ลบออกทีละ 7 ไป 5 ครั้ง (นับจำนวนครั้งที่คิดถูก 93, 86, 79, 72, 65)

.... (คะแนน.....)

4.2 ผม(ดิฉัน)จะสะกดคำว่า มะนาว ให้คุณ(ตา,ยาย.....) ฟังแล้วให้คุณ(ตา,ยาย,.....) สะกดถอยหลังจากพยัญชนะตัวหลังไปตัวแรก คำว่ามะนาวสะกดว่า มอม้า-สระอะ-นอหนู-สระอา-วอแหวน ไหนคุณ (ตา,ยาย,.....)สะกดถอยหลังให้ฟังหน่อย (นับจำนวนครั้งที่สะกดถูก)

.... (คะแนน.....)

ว า น ะ ม

5. Recall (3 คะแนน)

เมื่อสักครู่ที่ให้จำของ 3 อย่าง จำได้ไหม มีอะไรบ้าง

O ดอกไม้ O แม่น้ำ O รถไฟ ..... คะแนน

ในกรณีที่ทำแบบทดสอบซ้ำภายใน 2 เดือน ให้ใช้คำว่า

O ต้นไม้ O ทะเล O รถยนต์ ..... คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Naming (2 คะแนน)

ยื่นดินสอให้ผู้ถูกทดสอบดูและถามว่า

"ของสิ่งนี้เรียกว่าอะไร" ..... คะแนน

ชี้นาฬิกาข้อมือให้ผู้ถูกทดสอบดูและถามว่า

"ของสิ่งนี้เรียกว่าอะไร" ..... คะแนน

7. Repetition (1 คะแนน)

(พูดตามได้ถูกต้องได้ 1 คะแนน)

ตั้งใจฟังผม(ดิฉัน)ให้ดี เมื่อผม(ดิฉัน)พูดข้อความนี้ แล้วให้คุณ(ตา,ยาย,...)พูดตาม ผม(ดิฉัน)จะพูดเพียงครั้งเดียว

"ใครใคร่ขายไก่ไข่" ..... คะแนน

8. Verbal Command (3 คะแนน)

ฟังดีๆนะ เดี๋ยวผม(ดิฉัน)จะส่งกระดาษให้คุณ(ตา,ยาย,...) แล้วให้คุณ(ตา,ยาย,...) รับด้วยมือขวา พับครึ่งกระดาษ แล้ววางไว้ที่ ..... (พื้น, โต๊ะ, เตียง)

ผู้ทดสอบแสดงกระดาษเปล่าขนาดประมาณ A4 ไม่มีรอยพับ ให้ผู้ถูกทดสอบ

○ รับด้วยมือขวา ○ พับครึ่ง ○ วางไว้ที่ (พื้น, โต๊ะ, เตียง) ..... คะแนน

9. Written Command (1 คะแนน)

ต่อไปเป็นคำสั่งที่เขียนเป็นตัวหนังสือ ต้องการให้คุณ(ตา,ยาย,...) อ่าน แล้วทำตาม (ตา, ยาย,...)จะอ่านออกเสียงหรืออ่านในใจก็ได้

ผู้ทดสอบแสดงกระดาษที่เขียนว่า "หลับตาได้"

○ หลับตาได้ ..... คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

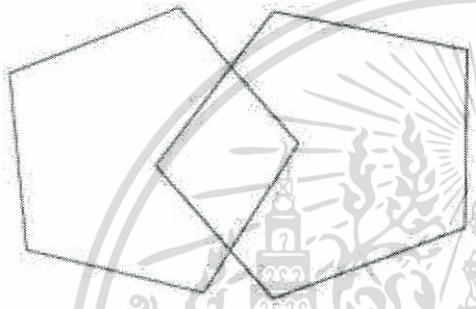
10. Writing

ข้อนี้จะเป็นคำสั่งให้คุณ(ตา,ยาย,...)เขียนข้อความอะไรก็ได้ที่อ่านแล้วรู้เรื่องหรือมีความหมายมา 1 ประโยค

○ ประโยคมีความหมาย ..... คะแนน

11. Visuoconstruction (1 คะแนน)

ข้อนี้เป็นคำสั่ง "จงวาดภาพให้เหมือนภาพตัวอย่าง"



..... คะแนน

คะแนนรวม (TMMSE) .....คะแนน

เกณฑ์คะแนนพิจารณาว่าอาจมี Cognitive Impairment ตามระดับการศึกษา

ไม่ได้เรียนหนังสือ (อ่านไม่ออก-เขียนไม่ได้) (ไม่ต้องทำข้อ 4, 9, 10) (คะแนนเต็ม 23) ≤ 14 คะแนน

เรียนระดับประถมศึกษา (คะแนนเต็ม 30) ≤ 17 คะแนน

เรียนระดับสูงกว่าประถมศึกษา (คะแนนเต็ม 30) ≤ 22 คะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสผู้สูงอายุ..... วัน/เดือน/ปี.....ผู้ประเมิน.....

แบบประเมิน Berg Balance Scale

ปัจจัยเสี่ยง	Scale	คะแนน
1. Sitting with Back Unsupported but Feet Supported on Floor or on a Stool		
กรุณานั่งกอดอกไม่พิงหลัง เป็นเวลา 2 นาที		
- สามารถนั่งนิ่งเป็นเวลา 2 นาที	4	
- สามารถนั่งเป็นเวลา 2 นาทีโดยมีคนดูแล	3	
- สามารถนั่งเป็นเวลา 30 วินาที	2	
- สามารถนั่งเป็นเวลา 10 วินาที	1	
- ไม่สามารถนั่งโดยไม่พิงหลังเป็นเวลา 10 วินาที	0	
2. Sitting to Stand		
กรุณาลุกขึ้นจากเก้าอี้โดยพยายามอย่าใช้มือช่วย		
- สามารถลุกขึ้นยืนได้ด้วยตัวเองอย่างมั่นคง โดยไม่ต้องใช้มือช่วย	4	
- สามารถลุกขึ้นยืนได้ด้วยตัวเอง โดยใช้มือช่วย	3	
- สามารถลุกขึ้นยืน โดยใช้มือช่วยและพยายามหลายครั้ง	2	
- ต้องมีคนช่วยพยุงเล็กน้อยเพื่อให้ลุกขึ้น หรือยืนอย่างมั่นคง	1	
- ต้องมีคนช่วยพยุงปานกลางหรืออย่างมากเพื่อให้ลุกขึ้นยืน	0	
3. Standing Unsupported		
กรุณายืนนิ่งๆ 2 นาทีโดยไม่จับหรือพิงอะไร		
- สามารถยืนโดยไม่มีผู้ช่วยอย่างมั่นคงและไม่ใช้มือจับ เป็นเวลา 2 นาที	4	
- สามารถยืนโดยต้องมีคนช่วยดูแล เป็นเวลา 2 นาที	3	
- สามารถยืนโดยไม่ต้องมีคนช่วยดูแล และไม่พิง เป็นเวลา 30 วินาที	2	
- พยายามหลายครั้ง จนยืนโดยไม่ต้องมีคนช่วยดูแล และไม่พิง เป็นเวลา 30 วินาที	1	
- ไม่สามารถยืนเป็นเวลา 30 วินาที โดยไม่มีคนช่วยดูแล และไม่พิง	0	
4. Standing to Sitting		
กรุณานั่งลงบนเก้าอี้		
- สามารถนั่งลงบนเก้าอี้โดยใช้มือช่วยน้อยที่สุด	4	
- ใช้มือช่วยควบคุมระหว่างการย่อตัวลงนั่ง	3	
- ใช้ด้านหลังของขาพิงเก้าอี้ไว้เพื่อควบคุมการย่อตัวลงนั่ง	2	
- นั่งลงบนเก้าอี้โดยไม่สามารถควบคุมการย่อตัวลงนั่งได้	1	
- ต้องมีคนช่วยให้นั่งลง	0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Transfers จัดเก้าอี้สำหรับให้อาสาสมัครย้ายที่นั่ง ให้อาสาสมัครนั่งบนเก้าอี้ที่มีที่วางแขน แล้วบอกให้อาสาสมัครย้ายไปนั่งบนเก้าอี้ที่ไม่มีที่วางแขนโดยใช้มือช่วยน้อยที่สุด จากนั้นบอกให้อาสาสมัครย้ายกลับไปนั่งบนเก้าอี้ที่มีที่วางแขนโดยใช้มือช่วยน้อยที่สุด		
- สามารถย้ายที่นั่งได้อย่างปลอดภัยโดยใช้มือช่วยน้อยที่สุด	4	
- สามารถย้ายที่นั่งได้อย่างปลอดภัยแต่จำเป็นต้องใช้มือช่วย	3	
- สามารถย้ายที่นั่งโดยต้องมีคนคอยบอกและ/หรือดูแล	2	
- ต้องมีคนช่วย 1 คนในการย้ายที่นั่ง	1	
- ต้องมีคนช่วย 2 คนเพื่อย้ายที่นั่งอย่างปลอดภัย	0	
6. Standing Unsupported with Eyes Closed กรุณายืนหลับตานิ่งๆเป็นเวลา 10 วินาที		
- สามารถยืนได้เองอย่างปลอดภัยเป็นเวลา 10 วินาที	4	
- สามารถยืนโดยต้องมีคนช่วยดูแลเป็นเวลา 10 วินาที	3	
- สามารถยืนเป็นเวลา 3 วินาที	2	
- ไม่สามารถหลับตาเป็นเวลา 3 วินาทีแต่ยืนได้อย่างปลอดภัย	1	
- ต้องมีคนช่วยไม่ให้หกล้ม	0	
7. Standing Unsupported with Feet Together กรุณายืนเท้าชิดกันและไม่ใช้มือจับ		
- สามารถยืนเท้าชิดได้ด้วยตัวเองอย่างปลอดภัยเป็นเวลา 1 นาที	4	
- สามารถยืนเท้าชิดเป็นเวลา 1 นาที โดยมีคนช่วยดูแล	3	
- สามารถยืนเท้าชิดได้ด้วยตัวเองแต่ไม่ถึง 30 วินาที	2	
- ต้องมีคนช่วยให้ยืนเท้าชิดอยู่กับที่เป็นเวลา 15 วินาที	1	
- ต้องมีคนช่วยให้ยืนเท้าชิดอยู่กับที่แต่ไม่ถึง 15 วินาที	0	
8. Reaching Forward with Outstretched Arm While Standing กรุณายื่นมือไปข้างหน้า ยื่นนิ้วไปข้างหน้า แล้วโน้มตัวไปข้างหน้าให้ไกลที่สุด		
- สามารถโน้มตัวไปข้างหน้า 25 cm อย่างมั่นใจ	4	
- สามารถโน้มตัวไปข้างหน้า 12 cm	3	
- สามารถโน้มตัวไปข้างหน้า 5 cm	2	
- สามารถโน้มตัวไปข้างหน้าแต่ต้องมีคนดูแล	1	
- เสียการทรงตัวในขณะที่มีคนช่วยพยุง	0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

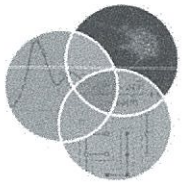
9. Pick Up Object from the Floor from a Standing Position กรุณาก้มลงเก็บรองเท้าที่อยู่ข้างหน้าเท้าของคุณ(ตา,ยาย,...)		
- สามารถเก็บรองเท้าได้อย่างปลอดภัย	4	
- สามารถเก็บรองเท้าได้แต่ต้องมีคนช่วย	3	
- ไม่สามารถเก็บรองเท้าได้แต่สามารถโน้มตัวไปข้างหน้าของรองเท้า 2-5 cm และรักษาการทรงตัวได้ด้วยตัวเอง	2	
- ไม่สามารถเก็บรองเท้าได้และต้องมีคนช่วยในระหว่างการเก็บ	1	
- ไม่สามารถเก็บรองเท้าได้และต้องมีคนช่วยไม่ให้เสียการทรงตัวหรือหกล้ม	0	
10. Turning to Look Behind Over Left and Right Shoulders While Standing กรุณายืนแล้วหันหน้าไปข้างหลังทางด้านไหล่ซ้ายและไหล่ขวา		
- สามารถหันหน้าไปข้างหลังได้ทั้ง 2 ข้างและรักษาน้ำหนักได้ดี	4	
- สามารถหันหน้าไปข้างหลังได้แค่ข้างเดียว ส่วนอีกข้างไม่สามารถรักษาน้ำหนักได้	3	
- หันหน้าไปด้านข้างเท่านั้นแต่ยังรักษาการทรงตัวได้ดี	2	
- ต้องมีคนดูแลในระหว่างการหัน	1	
- ต้องมีคนช่วยพยุงไม่ให้เสียการทรงตัวหรือหกล้ม	0	
11. Turn 360 Degree กรุณาหมุนตัว 360 องศาแล้วหยุด แล้วหมุนตัว 360 องศาอีกด้านหนึ่ง		
- ภายใน 4 วินาทีสามารถหมุนตัวทั้ง 2 ด้านได้อย่างปลอดภัย	4	
- ภายใน 4 วินาทีสามารถหมุนตัวได้แค่ด้านเดียวอย่างปลอดภัย	3	
- สามารถหมุนตัวได้แต่ช้ามาก	2	
- ต้องมีคนคอยบอกหรือดูแลอย่างใกล้ชิด	1	
- ต้องมีคนค่อยพยุงระหว่างหมุนตัว	0	
12. Place Alternate Foot on Step or Stool While Standing Unsupported กรุณาสลับวางเท้าลงบนกล่อง ทำไปเรื่อยๆจนกว่าเท้าแต่ละข้างจะวางลงบนกล่องครบ 4 ครั้ง		
- สามารถยืนได้ด้วยตัวเองอย่างปลอดภัยและใช้เวลาวางเท้าลงบนกล่องครบ 8 ครั้ง ภายใน 20 วินาที	4	
- สามารถยืนได้ด้วยตัวเองอย่างปลอดภัยและใช้เวลาวางเท้าลงบนกล่องครบ 8 ครั้ง มากกว่า 20 วินาที	3	
- สามารถวางเท้าลงบนกล่องครบ 4 ครั้งโดยไม่ต้องมีคนช่วยหรือดูแล	2	
- สามารถวางเท้าลงบนกล่องเกิน 2 ครั้งโดยมีคนช่วยน้อยที่สุด	1	
- ต้องมีคนช่วยไม่ให้หกล้มหรือไม่สามารถทำได้	0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. Standing Unsupported One Foot on Front กรุณาวางเท้าข้างหนึ่งไว้ด้านหน้าเท้าอีกข้าง หรือถ้ารู้สึกว่าทำไม่ได้ให้พยายามให้ส้นเท้าของเท้าหน้าอยู่เลยจากปลายนิ้วของเท้าหลัง จากนั้นทำสลับกัน		
- สามารถวางเท้าข้างหนึ่งไว้ข้างหน้าอีกข้างหนึ่งได้ด้วยตัวเองนาน 30 วินาที	4	
- สามารถวางส้นเท้าเลยปลายนิ้วเท้าอีกข้างได้ด้วยตัวเองนาน 30 วินาที	3	
- สามารถวางเท้าข้างหนึ่งเลยอีกข้างหนึ่งเพียงเล็กน้อยนาน 30 วินาที	2	
- ต้องมีคนช่วยในระหว่างวางเท้าแต่ยืนได้นาน 15 วินาที	1	
- เสียการทรงตัวระหว่างก้าวไปข้างหน้าหรือยืน	0	
14. Standing on One Leg กรุณายืนยกขาข้างหนึ่งให้นานที่สุดเท่าที่ทำได้		
- สามารถยืนยกขาได้ด้วยตัวเองได้นานมากกว่า 10 วินาที	4	
- สามารถยืนยกขาได้ด้วยตัวเองได้นาน 5-10 วินาที	3	
- สามารถยืนยกขาได้ด้วยตัวเองได้นานมากกว่า 3 วินาที	2	
- พยายามที่จะยกขาขึ้นแต่ไม่สามารถยืนได้นาน 3 วินาทีแต่สามารถทำได้โดยตัวเอง	1	
- ไม่สามารถทำได้และต้องมีคนช่วยเพื่อไม่ให้หกล้ม	0	
คะแนนรวม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Focus Article



Partial least squares regression and projection on latent structure regression (PLS Regression)

Hervé Abdi*

Partial least squares (PLS) regression (*a.k.a.* projection on latent structures) is a recent technique that combines features from and generalizes principal component analysis (PCA) and multiple linear regression. Its goal is to predict a set of dependent variables from a set of independent variables or predictors. This prediction is achieved by extracting from the predictors a set of orthogonal factors called *latent* variables which have the best predictive power. These latent variables can be used to create displays akin to PCA displays. The quality of the prediction obtained from a PLS regression model is evaluated with cross-validation techniques such as the bootstrap and jackknife. There are two main variants of PLS regression: The most common one separates the roles of dependent and independent variables; the second one—used mostly to analyze brain imaging data—gives the same roles to dependent and independent variables. © 2010 John Wiley & Sons, Inc. *WIREs Comp Stat*

PLS is an acronym which originally stood for *partial least squares regression*, but, recently, some authors have preferred to develop this acronym as *projection to latent structures*. In any case, PLS regression combines features from and generalizes principal component analysis (PCA) and multiple linear regression. Its goal is to analyze or predict a set of dependent variables from a set of independent variables or predictors. This prediction is achieved by extracting from the predictors a set of orthogonal factors called *latent* variables which have the best predictive power.

PLS regression is particularly useful when we need to predict a set of dependent variables from a (very) large set of independent variables (i.e., predictors). It originated in the social sciences (specifically economics from the seminal work of Herman Wold, see Ref 1) but became popular first in chemometrics (i.e., computational chemistry) due in part to Herman's son Svante,[2] and in sensory evaluation.[3] But PLS regression is also becoming a tool of choice in the social sciences as a multivariate technique for nonexperimental (e.g., Refs 4–6) and experimental data alike (e.g., neuroimaging, see Refs 7–11). It was first presented as an algorithm akin to the power method (used for computing eigenvectors) but was rapidly interpreted in a statistical framework. (see Refs 12–17).

Recent developments, including, extensions to multiple table analysis, are explored in Ref 18, and in the volume edited by Esposito Vinzi et al. (Ref 19)

PREREQUISITE NOTIONS AND NOTATIONS

The I observations described by K dependent variables are stored in an $I \times K$ matrix denoted $\mathbf{Y}$, the values of J predictors collected on these I observations are collected in an $I \times J$ matrix $\mathbf{X}$.

GOAL OF PLS REGRESSION: PREDICT Y FROM X

The goal of PLS regression is to predict $\mathbf{Y}$ from $\mathbf{X}$ and to describe their common structure. When $\mathbf{Y}$ is a vector and $\mathbf{X}$ is a full rank matrix, this goal could be accomplished using ordinary multiple regression. When the number of predictors is large compared to the number of observations, $\mathbf{X}$ is likely to be singular and the regression approach is no longer feasible (i.e.,

*Correspondence to: herve@utdallas.edu

School of Behavioral and Brain Sciences, The University of Texas at Dallas, Richardson, TX 75080—3021, USA

DOI: 10.1002/wics.051

© 2010 John Wiley & Sons, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

because of multicollinearity). This data configuration has been recently often called the *'small* N *large* P *problem.'* It is characteristic of recent data analysis domains such as, e.g., bio-informatics, brain imaging, chemometrics, data mining, and genomics.

Principal component regression

Several approaches have been developed to cope with the multicollinearity problem. For example, one approach is to eliminate some predictors (e.g., using stepwise methods, see Ref 20), another one is to use ridge regression.[21] One method, closely related to PLS regression is called principal component regression (PCR), it performs a principal component analysis (PCA) of the X matrix and then uses the principal components of X as the independent variables of a multiple regression model predicting Y. Technically, in PCA, X is decomposed using its singular value decomposition (see Refs 22, 23 for more details) as:

$$\mathbf{X} = \mathbf{R}\Delta\mathbf{V}^{\mathsf{T}} \tag{1}$$

with:

$$\mathbf{R}^{\mathsf{T}}\mathbf{R} = \mathbf{V}^{\mathsf{T}}\mathbf{V} = \mathbf{I}, \tag{2}$$

(where R and V are the matrices of the left and right singular vectors), and Δ being a diagonal matrix with the singular values as diagonal elements. The singular vectors are ordered according to their corresponding singular value which is the square root of the variance (i.e., eigenvalue) of X explained by the singular vectors. The columns of V are called the *loadings*. The columns of $\mathbf{G} = \mathbf{R}\Delta$ are called the *factor scores* or *principal components* of X, or simply scores or components. The matrix R of the left singular vectors of X (or the matrix G of the principal components) are then used to predict Y using standard multiple linear regression. This approach works well because the orthogonality of the singular vectors eliminates the multicolinearity problem. But, the problem of choosing an *optimum* subset of predictors remains. A possible strategy is to keep only a few of the first components. But these components were originally chosen to explain X rather than Y, and so, nothing guarantees that the principal components, which 'explain' X optimally, will be relevant for the prediction of Y.

Simultaneous decomposition of predictors and dependent variables

So, PCA decomposes X in order to obtain components which best explains X. By contrast, PLS regression finds components *from* X that best predict Y. Specifically, PLS regression searches for a set of components (called *latent vectors*) that performs a simultaneous decomposition of X and Y with the constraint that these components explain as much as possible of the *covariance* between X and Y. This step generalizes PCA. It is followed by a regression step where the latent vectors obtained from X are used to predict Y.

PLS regression decomposes both X and Y as a product of a common set of orthogonal factors and a set of specific loadings. So, the independent variables are *decomposed* as:

$$\mathbf{X} = \mathbf{T}\mathbf{P}^{\mathsf{T}} \quad \text{with} \quad \mathbf{T}^{\mathsf{T}}\mathbf{T} = \mathbf{I}, \tag{3}$$

with I being the identity matrix (some variations of the technique do not require T to have unit norms, these variations differ mostly by the choice of the normalization, they do not differ in their final prediction, but the differences in normalization may make delicate the comparisons between different implementations of the technique). By analogy with PCA, T is called the *score* matrix, and P the *loading* matrix (in PLS regression the loadings are not orthogonal). Likewise, Y is *estimated* as:

$$\hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{T}\mathbf{B}\mathbf{C}^{\mathsf{T}}, \tag{4}$$

where B is a diagonal matrix with the 'regression weights' as diagonal elements and C is the 'weight matrix' of the dependent variables (see below for more details on the regression weights and the weight matrix). The columns of T are the *latent vectors*. When their number is equal to the rank of X, they perform an exact decomposition of X. Note, however, that the latent vectors provide only an *estimate* of Y (i.e., in general $\hat{\mathbf{Y}}$ is not equal to Y).

PLS REGRESSION AND COVARIANCE

The latent vectors could be chosen in a lot of different ways. In fact, in the previous formulation, any set of orthogonal vectors spanning the column space of X could be used to play the role of T. In order to specify T, additional conditions are required. For PLS regression this amounts to finding two sets of weights denoted w and c in order to create (respectively) a linear combination of the columns of X and Y such that these two linear combinations have maximum covariance. Specifically, the goal is to obtain a first pair of vectors:

$$\mathbf{t} = \mathbf{X}\mathbf{w} \text{ and } \mathbf{u} = \mathbf{Y}\mathbf{c} \tag{5}$$

© 2010 John Wiley & Sons, Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

with the constraints that $\mathbf{w}^T\mathbf{w} = 1$, $\mathbf{t}^T\mathbf{t} = 1$ and $\mathbf{t}^T\mathbf{u}$ is maximal. When the first latent vector is found, it is *subtracted* from both X and Y and the procedure is re-iterated until X becomes a null matrix (see the algorithm section for more details).

NIPALS: A PLS ALGORITHM

The properties of PLS regression can be analyzed from a sketch of the original algorithm (called nipals). The first step is to create two matrices: $\mathbf{E} = \mathbf{X}$ and $\mathbf{F} = \mathbf{Y}$. These matrices are then column centered and normalized (i.e., transformed into *Z*-scores). The sum of squares of these matrices are denoted SS_X and SS_Y. Before starting the iteration process, the vector $\mathbf{u}$ is initialized with random values. The NIPALS algorithm then performs the following steps (in what follows the symbol $\propto$ means 'to normalize the result of the operation'):

Step 1. $\mathbf{w} \propto \mathbf{E}^T\mathbf{u}$ (estimate X weights).
Step 2. $\mathbf{t} \propto \mathbf{E}\mathbf{w}$ (estimate X factor scores).
Step 3. $\mathbf{c} \propto \mathbf{F}^T\mathbf{t}$ (estimate Y weights).
Step 4. $\mathbf{u} = \mathbf{F}\mathbf{c}$ (estimate Y scores).

If $\mathbf{t}$ has not converged, then go to Step 1, if $\mathbf{t}$ has converged, then compute the value of b which is used to predict Y from t as $b = \mathbf{t}^T\mathbf{u}$, and compute the factor loadings for X as $\mathbf{p} = \mathbf{E}^T\mathbf{t}$. Now subtract (i.e., partial out) the effect of t from both E and F as follows $\mathbf{E} = \mathbf{E} - \mathbf{t}\mathbf{p}^T$ and $\mathbf{F} = \mathbf{F} - b\mathbf{t}\mathbf{c}^T$. This subtraction is called a *deflation* of the matrices E and F. The vectors $\mathbf{t}$, $\mathbf{u}$, $\mathbf{w}$, $\mathbf{c}$, and $\mathbf{p}$ are then stored in the corresponding matrices, and the scalar b is stored as a diagonal element of B. The sum of squares of X (respectively Y) explained by the latent vector is computed as $\mathbf{p}^T\mathbf{p}$ (respectively b^2), and the proportion of variance explained is obtained by dividing the explained sum of squares by the corresponding total sum of squares (i.e., SS_X and SS_Y).

If E is a null matrix, then the whole set of latent vectors has been found, otherwise the procedure can be re-iterated from Step 1 on.

PLS REGRESSION AND THE SINGULAR VALUE DECOMPOSITION

The nipals algorithm is obviously similar to the power method (for a description, see, e.g., Ref 24) which finds eigenvectors. So PLS regression is likely to be closely related to the eigen- and singular value decompositions (see Refs 22,23 for an introduction to these notions) and this is indeed the case. For example, if we start from Step 1 of the algorithm, which computes: $\mathbf{w} \propto \mathbf{E}^T\mathbf{u}$, and substitute the rightmost term iteratively, we find the following series of equations:

$$\mathbf{w} \propto \mathbf{E}^T\mathbf{u} \propto \mathbf{E}^T\mathbf{F}\mathbf{c} \propto \mathbf{E}^T\mathbf{F}\mathbf{F}^T\mathbf{t} \propto \mathbf{E}^T\mathbf{F}\mathbf{F}^T\mathbf{E}\mathbf{w}. \quad (6)$$

This shows that the weight vector $\mathbf{w}$ is the first right singular vector of the matrix

$$\mathbf{S} = \mathbf{E}^T\mathbf{F}. \quad (7)$$

Similarly, the first weight vector $\mathbf{c}$ is the left singular vector of S. The same argument shows that the first vectors $\mathbf{t}$ and $\mathbf{u}$ are the first eigenvectors of $\mathbf{E}\mathbf{E}^T\mathbf{F}\mathbf{F}^T$ and $\mathbf{F}\mathbf{F}^T\mathbf{E}\mathbf{E}^T$. This last observation is important from a computational point of view because it shows that the weight vectors can also be obtained from matrices of size I by I.[25] This is useful when the number of variables is much larger than the number of observations (e.g., as in the 'small N, large P problem').

PREDICTION OF THE DEPENDENT VARIABLES

The dependent variables are predicted using the multivariate regression formula as:

$$\hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{T}\mathbf{B}\mathbf{C}^T = \mathbf{X}\mathbf{B}_{PLS} \text{ with } \mathbf{B}_{PLS} = (\mathbf{P}^{T+})\mathbf{B}\mathbf{C}^T \quad (8)$$

(where $\mathbf{P}^{T+}$ is the Moore–Penrose pseudo-inverse of $\mathbf{P}^T$, see Ref 26). This last equation assumes that both X and Y have been standardized prior to the prediction. In order to predict a nonstandardized matrix Y from a nonstandardized matrix X, we use $\mathbf{B}^*_{PLS}$ which is obtained by reintroducing the original units into $\mathbf{B}_{PLS}$ and adding a first column corresponding to the intercept (when using the original units, X needs to be augmented with a first columns of 1, as in multiple regression).

If all the latent variables of X are used, this regression is equivalent to PCR. When only a subset of the latent variables is used, the prediction of Y is optimal for this number of predictors.

The interpretation of the latent variables is often facilitated by examining graphs akin to PCA graphs (e.g., by plotting observations in a $\mathbf{t}_1 \times \mathbf{t}_2$ space, see Figure 1).

© 2010 John Wiley & Sons, Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STATISTICAL INFERENCE: EVALUATING THE QUALITY OF THE PREDICTION

Fixed effect model

The quality of the prediction obtained from PLS regression described so far corresponds to a fixed effect model (i.e., the set of observations is considered as the population of interest, and the conclusions of the analysis are restricted to this set). In this case, the analysis is *descriptive* and the amount of variance (of **X** and **Y**) explained by a latent vector indicates its importance for the set of data under scrutiny. In this context, latent variables are worth considering if their interpretation is meaningful within the research context.

For a fixed effect model, the overall quality of a PLS regression model using L latent variables is evaluated by first computing the predicted matrix of dependent variables denoted $\widehat{\mathbf{Y}}^{[L]}$ and then measuring the similarity between $\widehat{\mathbf{Y}}^{[L]}$ and **Y**. Several coefficients are available for the task. The squared coefficient of correlation is sometimes used as well as its matrix specific cousin the R_V coefficient.[27] The most popular coefficient, however, is the *re*sidual sum of squares, abbreviated as RESS. It is computed as:

$$\text{RESS} = \|\mathbf{Y} - \widehat{\mathbf{Y}}^{[L]}\|^2, \tag{9}$$

(where $\|\|$ is the norm of **Y**, i.e., the square root of the sum of squares of the elements of **Y**). The smaller the value of RESS, the better the prediction, with a value of 0 indicating perfect prediction. For a fixed effect model, the larger L (i.e., the number of latent variables used), the better the prediction.

Random effect model

In most applications, however, the set of observations is a *sample* from some population of interest. In this context, the goal is to *predict* the value of the dependent variables for *new* observations originating from the same population as the sample. This corresponds to a *random* model. In this case, the amount of variance explained by a latent variable indicates its importance in the prediction of **Y**. In this context, a latent variable is relevant only if it improves the prediction of **Y** for new observations. And this, in turn, opens the problem of which and how many latent variables should be kept in the PLS regression model in order to achieve optimal generalization (i.e., optimal prediction for new observations). In order to estimate the generalization capacity of PLS regression, standard parametric approaches cannot be used, and therefore the performance of a PLS regression model is evaluated with computer-based resampling techniques such as the bootstrap and cross-validation techniques where the data are separated into *learning* set (to build the model) and *testing* set (to test the model). A popular example of this last approach is the jackknife (sometimes called the 'leave-one-out' approach). In the jackknife,[28,29] each

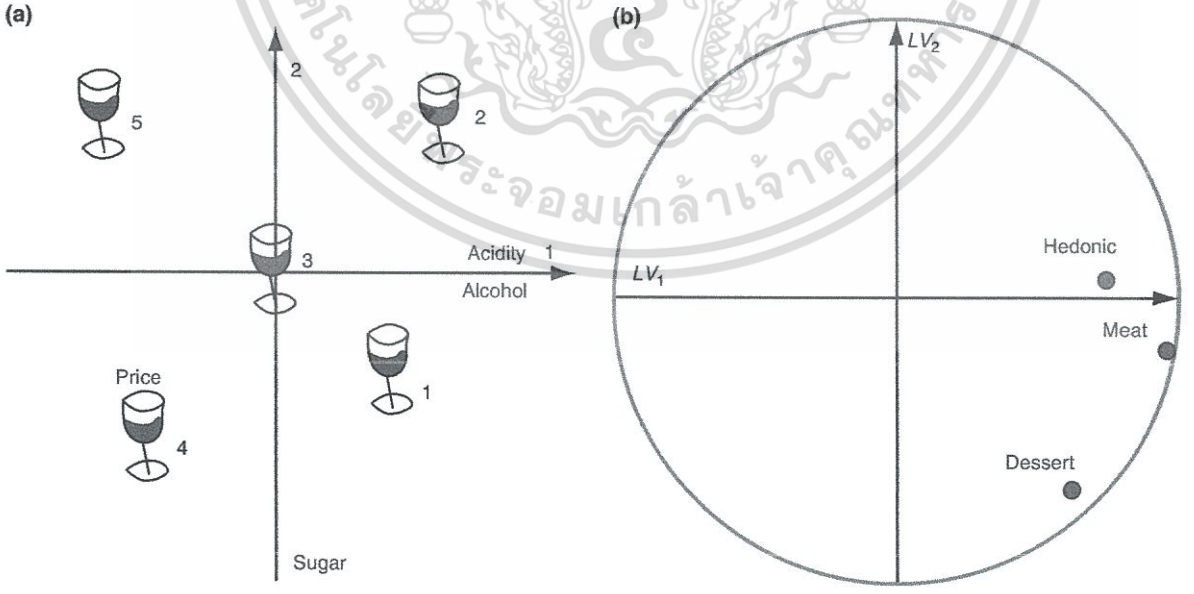


FIGURE 1 | PLS regression regression. (a) Projection of the wines and the predictors on the first two latent vectors (respectively matrices **T** and **W**). (b) Circle of correlation showing the correlation between the original dependent variables (matrix **Y**) and the latent vectors (matrix **T**).

© 2010 John Wiley & Sons, Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

observation is, in turn, dropped from the data set, the remaining observations constitute the learning set and are used to build a PLS regression model that is applied to predict the left-out observation which then constitutes the testing set. With this procedure, each observation is predicted according to a random effect model. These predicted observations are then stored in a matrix denoted $\tilde{\mathbf{Y}}$.

For a random effect model, the overall quality of a PLS regression model using L latent variables is evaluated by using L variables to compute—according to the random model—the matrix denoted $\tilde{\mathbf{Y}}^{[L]}$ which stores the predicted values of the observations for the dependent variables. The quality of the prediction is then evaluated as the similarity between $\tilde{\mathbf{Y}}^{[L]}$ and $\mathbf{Y}$. As for the fixed effect model, this can be done with the squared coefficient of correlation (sometimes called, in this context, the 'cross-validated r,'[30]) as well as the R_V coefficient. By analogy with the RESS coefficient, one can also use the *p*redicted *res*idual sum of *squares*, abbreviated PRESS. It is computed as:

$$\text{PRESS} = \|\mathbf{Y} - \tilde{\mathbf{Y}}^{[L]}\|^2. \tag{10}$$

The smaller the value of PRESS, the better the prediction for a random effect model, with a value of 0 indicating perfect prediction.

How many latent variables?

By contrast with the fixed effect model, the quality of prediction for a random model does not always increase with the number of latent variables used in the model. Typically, the quality first increases and then decreases. If the quality of the prediction decreases when the number of latent variables increases this indicates that the model is *overfitting* the data (i.e., the information useful to fit the observations from the learning set is not useful to fit *new* observations). Therefore, for a random model, it is critical to determine the optimal number of latent variables to keep for building the model. A straightforward approach is to stop adding latent variables as soon as the PRESS decreases. A more elaborated approach (see, e.g., Ref 16) starts by computing for the ℓth latent variable the ratio Q_ℓ^2 defined as:

$$Q_\ell^2 = 1 - \frac{\text{PRESS}_\ell}{\text{RESS}_{\ell-1}}, \tag{11}$$

with PRESS_ℓ (resp. $\text{RESS}_{\ell-1}$) being the value of PRESS (resp. RESS) for the ℓth (resp. $\ell-1$) latent variable [where $\text{RESS}_0 = K \times (I-1)$]. A latent variable is kept if its value of Q_ℓ^2 is larger than some arbitrary value generally set equal to $(1 - 95^2) = 0.0975$ (an alternative set of values sets the threshold to .05 when $I \leq 100$ and to 0 when $I > 100$, see Refs 16,31). Obviously, the choice of the threshold is important from a theoretical point of view, but, from a practical point of view, the values indicated above seem satisfactory.

Bootstrap confidence intervals for the dependent variables

When the number of latent variables of the model has been decided, confidence intervals for the predicted values can be derived using the bootstrap.[32] When using the bootstrap, a large number of samples is obtained by drawing, for each sample, observations with replacement from the learning set. Each sample provides a value of $\mathbf{B}_{\text{PLS}}$ which is used to estimate the values of the observations in the testing set. The distribution of the values of these observations is then used to estimate the sampling distribution and to derive confidence intervals.

A SMALL EXAMPLE

We want to predict the subjective evaluation of a set of five wines. The dependent variables that we want to predict for each wine are its likeability, and how well it goes with meat or dessert (as rated by a panel of experts, see Table 1). The predictors are the price, sugar, alcohol, and acidity content of each wine (see Table 2).

The different matrices created by PLS regression are given in Tables 3–13. From Table 9, one can find that two latent vectors explain 98% of the variance of $\mathbf{X}$ and 85% of $\mathbf{Y}$. This suggests that these two dimensions should be kept for the final solution as a fixed effect model. The examination of the two-dimensional regression coefficients (i.e., $\mathbf{B}_{\text{PLS}}$, see Table 10) shows that sugar is mainly responsible for choosing a dessert wine, and that price is negatively correlated with the perceived quality of the wine (at least in this example ...), whereas alcohol is positively correlated with it. Looking at the latent vectors shows that $\mathbf{t}_1$ expresses price and $\mathbf{t}_2$ reflects sugar content. This interpretation is confirmed and illustrated in Figure 1a and b which display in (a) the projections on the latent vectors of the wines (matrix $\mathbf{T}$) and the predictors (matrix $\mathbf{W}$), and in (b) the correlation between the original dependent variables and the projection of the wines on the latent vectors.

From Table 9, we find that PRESS reaches its minimum value for a model including only the first latent variable and that Q^2 is larger than .0975 only for the first latent variable. So, both PRESS

© 2010 John Wiley & Sons, Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1 | The Matrix Y of the Dependent Variables

Wine	Hedonic	Goes with Meat	Goes with Dessert
1	14	7	8
2	10	7	6
3	8	5	5
4	2	4	7
5	6	2	4

TABLE 2 | The X Matrix of Predictors

Wine	Price	Sugar	Alcohol	Acidity
1	7	7	13	7
2	4	3	14	7
3	10	5	12	5
4	16	7	11	3
5	13	3	10	3

TABLE 3 | The Matrix T

Wine	t_1	t_2	t_3
1	0.4538	−0.4662	0.5716
2	0.5399	0.4940	−0.4631
3	0	0	0
4	−0.4304	−0.5327	−0.5301
5	−0.5633	0.5049	0.4217

TABLE 4 | The Matrix U

Wine	u_1	u_2	u_3
1	1.9451	−0.7611	0.6191
2	0.9347	0.5305	−0.5388
3	−0.2327	0.6084	0.0823
4	−0.9158	−1.1575	−0.6139
5	−1.7313	0.7797	0.4513

TABLE 5 | The Matrix P

	p_1	p_2	p_3
Price	−1.8706	−0.6845	−0.1796
Sugar	0.0468	−1.9977	0.0829
Alcohol	1.9547	0.0283	−0.4224
Acidity	1.9874	0.0556	0.2170

and Q^2 suggest that a model including only the first latent variable is optimal for generalization to new observations. Consequently, we decided to keep one latent variable for the random PLS regression model. Tables 12 and 13 display the predicted value of $\widehat{Y}$ and $\widetilde{Y}$ when the prediction uses one latent vector.

SYMMETRIC PLS REGRESSION: BPLS REGRESSION

Interestingly, two different, but closely related, techniques exist under the name of PLS regression. The technique described so far originated from the work of Wold and Martens. In this version of PLS regression, the latent variables are computed from a succession of singular value decompositions followed by deflation of both X and Y. The goal of the analysis is to *predict* Y from X and therefore the roles of X and Y are asymmetric. As a consequence, the latent variables computed to predict Y from X are different from the latent variables computed to predict X from Y.

A related technique, also called PLS regression, originated from the work of Bookstein (Ref 44; see also Ref 33 for early related ideas; Ref 8, and Ref 45 for later applications). To distinguish this version of PLS regression from the previous one, we will call it BPLS regression.

This technique is particularly popular for the analysis of brain imaging data (probably because it requires much less computational time, which is critical taking into account the very large size of brain imaging data sets). Just like standard PLS regression (cf. Eqs. (6) and (7)), BPLS regression starts with the matrix

$$S = X^T Y. \tag{12}$$

The matrix S is then decomposed using its singular value decomposition as:

$$S = W\Theta C^T \text{ with } W^T W = C^T C = I, \tag{13}$$

(where W and C are the matrices of the left and right singular vectors of S and Θ is the diagonal matrix of the singular values, cf. Eq. (1)). In BPLS regression, the latent variables for X and Y are obtained as (cf. Eq. (5)):

$$T = XW \text{ and } U = YC. \tag{14}$$

Because BPLS regression uses a single singular value decomposition to compute the latent variables, they will be identical if the roles of X and Y are reversed: BPLS regression treats X and Y symmetrically. So, while standard PLS regression is akin to multiple regression, BPLS regression is akin to correlation or canonical correlation.[34] BPLS regression, however, differs from canonical correlation because

© 2010 John Wiley & Sons, Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 6 | The Matrix W

	w_1	w_2	w_3
Price	−0.5137	−0.3379	−0.3492
Sugar	0.2010	−0.9400	0.1612
Alcohol	0.5705	−0.0188	−0.8211
Acidity	0.6085	0.0429	0.4218

TABLE 7 | The Matrix C

	c_1	c_2	c_3
Hedonic	0.6093	0.0518	0.9672
Goes with meat	0.7024	−0.2684	−0.2181
Goes with dessert	0.3680	−0.9619	−0.1301

BPLS regression extracts the *variance* common to X and Y whereas canonical correlation seeks linear combinations of X and Y having the *largest correlation*. In fact, the name of partial least squares *covariance* analysis or canonical *covariance* analysis would probably be more appropriate for BPLS regression.

Varieties of BPLS regression

BPLS regression exists in three main varieties, one of which being specific to brain imaging. The first variety of BPLS regression is used to analyze experimental results, it is called *behavior* BPLS regression if the Y matrix consists of measures or *Task* BPLS regression if the Y matrix consists of contrasts or describes the experimental conditions with dummy coding.

The second variety is called *mean centered task* BPLS regression and is closely related to barycentric discriminant analysis (e.g., discriminant

TABLE 8 | The b Vector

b_1	b_2	b_3
2.7568	1.6272	1.1191

TABLE 10 | The Matrix $\mathbf{B}_{PLS}$ When Two Latent Vectors Are Used

	Hedonic	Goes with meat	Goes with dessert
Price	−0.2662	−0.2498	0.0121
Sugar	0.0616	0.3197	0.7900
Alcohol	0.2969	0.3679	0.2568
Acidity	0.3011	0.3699	0.2506

TABLE 11 | The Matrix $\mathbf{B}^*_{PLS}$ When Two Latent Vectors Are Used

	Hedonic	Goes with meat	Goes with dessert
Intercept	−3.2809	−3.3770	−1.3909
Price	−0.2559	−0.1129	0.0063
Sugar	0.1418	0.3401	0.6227
Alcohol	0.8080	0.4856	0.2713
Acidity	0.6870	0.3957	0.1919

TABLE 12 | The Matrix $\widehat{\mathbf{Y}}$ When One Latent Vector Is Used

Wine	Hedonic	Goes with meat	Goes with dessert
1	11.4088	6.8641	6.7278
2	12.0556	7.2178	6.8659
3	8.0000	5.0000	6.0000
4	4.7670	3.2320	5.3097
5	3.7686	2.6860	5.0965

TABLE 13 | The Matrix $\widetilde{\mathbf{Y}}$ When One Latent Vector Is Used

Wine	Hedonic	Goes with meat	Goes with dessert
1	8.5877	5.7044	5.5293
2	12.7531	7.0394	7.6005
3	8.0000	5.0000	6.2500
4	6.8500	3.1670	4.4250
5	3.9871	4.1910	6.5748

TABLE 9 | Variance of X and Y Explained by the Latent Vectors, RESS, PRESS, and Q^2

Latent Vector	Percentage of Explained Variance for X	Cumulative Percentage of Explained Variance for X	Percentage of Explained Variance for Y	Cumulative Percentage of Explained Variance for Y	RESS	PRESS	Q^2
1	70	70	63	63	32.11	95.11	7.93
2	28	98	22	85	25.00	254.86	−280
3	2	100	10	95	1.25	101.56	−202.89

© 2010 John Wiley & Sons, Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

correspondence analysis, see Ref 35). Like discriminant analysis, this approach is suited for data in which the observations originate from groups defined *a priori*, but, unlike discriminant analysis, it can be used for small N, large P problems. The **X** matrix contains the deviations of the observations to the average vector of all the observations, and the **Y** matrix uses a dummy code to identify the group to which each observation belongs (i.e., **Y** has as many columns as there are groups, with a value of 1 at the intersection of the ith row and the kth column indicating that the ith row belongs to the kth group, whereas a value of 0 indicates that it does not). With this coding scheme, the **S** matrix contains the group barycenters and the BPLS regression analysis of this matrix is equivalent to a PCA of the matrix of the barycenters (which is the first step of barycentric discriminant analysis).

The third variety, which is specific to brain imaging, is called *seed* PLS regression. It is used to study patterns of connectivity between brain regions. Here, the columns of a matrix of brain measurements (where rows are scans and columns are voxels) are partitioned into two sets: a small one called the *seed* and a larger one representing the rest of the brain. In this context, the **S** matrix contains the correlation between the columns of the seed and the rest of the brain. The analysis of the **S** matrix reveals the pattern of connectivity between the seed and the rest of the brain.

RELATIONSHIP WITH OTHER TECHNIQUES

PLS regression is obviously related to canonical correlation (see Ref 34), statis, and multiple factor analysis (see Refs 36, 37 for an introduction to these techniques). These relationships are explored in detail in Refs 16, 38–40, and in the volume edited by Esposito Vinzi et al.[19] The main original goal of PLS regression is to preserve the asymmetry of the relationship between predictors and dependent variables, whereas these other techniques treat them symmetrically.

By contrast, BPLS regression is a symmetric technique and therefore is closely related to canonical correlation, but BPLS regression seeks to extract the variance common to **X** and **Y** whereas canonical correlation seeks linear combinations of **X** and **Y** having the largest correlation (some connections between BPLS regression and other multivariate techniques relevant for brain imaging are explored in Refs 41–43). The relationships between BPLS regression, and STATIS or multiple factor analysis have not been analyzed formally, but these techniques are likely to provide similar conclusions.

SOFTWARE

PLS regression necessitates sophisticated computations and therefore its application depends on the availability of software. For chemistry, two main programs are used: the first one called SIMCA-P was developed originally by Wold, the second one called the UNSCRAMBLER was first developed by Martens. For brain imaging, SPM, which is one of the most widely used programs in this field, has recently (2002) integrated a PLS regression module. Outside these domains, several standard commercial statistical packages (e.g., SAS, SPSS, Statistica), include PLS regression. The public domain R language also includes PLS regression. A dedicated public domain called SmartPLS is also available.

In addition, interested readers can download a set of matlab programs from the author's home page (`www.utdallas.edu/~herve`). Also, a public domain set of MATLAB programs is available from the home page of the *N*-Way project (`www.models.kvl.dk/source/nwaytoolbox/`) along with tutorials and examples. Staying with matlab, the statistical toolbox includes a PLS regression routine.

For brain imaging (a domain where the Bookstein approach is, by far, the most popular PLS regression approach), a special toolbox written in matlab (by McIntosh, Chau, Lobaugh, and Chen) is freely available from `www.rotman-baycrest.on.ca:8080`. And, finally, a commercial MATLAB toolbox has also been developed by Eigenresearch.

REFERENCES

1. Wold, H. Estimation of principal components and related models by iterative least squares. In: Krishnaiah PR, ed. *Multivariate Analysis*. New York: Academic Press; 1966, 391–420.
2. Wold S. Personal memories of the early PLS development. *Chemometrics Intell Lab Syst* 2001, 58:83–84.
3. Martens H, Naes T. *Multivariate Calibration*. London: John Wiley & Sons, 1989.

© 2010 John Wiley & Sons, Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Fornell C, Lorange P, Roos J. The cooperative venture formation process: a latent variable structural modeling approach. *Manage Sci* 1990, 36:1246–1255.
5. Hulland J. Use of partial least square in strategic management research: a review of four recent studies. *Strategic Manage J* 1999, 20:195–204.
6. Graham JL, Evenko LI, Rajan MN. An empirical comparison of soviet and american business negotiations. *J Int Business Studies* 1992, 5:387–418.
7. Worsley KJ. An overview and some new developments in the statistical analysis of PET and fMRI data. *Hum Brain Mapp* 1997, 5:254–258.
8. McIntosh AR, Lobaugh NJ. Partial least squares analysis of neuroimaging data: applications and advances. *Neuroimage* 2004, 23:250–263.
9. Giessing C, Fink GR, Rošler F, Thiel CM. fMRI data predict individual differences of behavioral effects of nicotine: a partial least square analysis. *J Cogn Neurosci* 2007, 19:658–6670.
10. Kovacevic N, McIntosh R. Groupwise independent component decomposition of EEG data and partial least square analysis. *NeuroImage* 2007, 35:1103–1112.
11. Wang JY, Bakhadirov K, Devous MD Sr, Abdi H, McColl R, et al. Diffusion tensor tractography of traumatic diffuse axonal injury. *Arch Neurol* 2008, 65:619–626.
12. Burnham AJ, Viveros R, MacGregor JF. Frameworks for latent variable multivariate regression. *J Chemom* 1996, 10:31–45.
13. Garthwaite P. An interpretation of partial least squares. *J Am Stat Assoc* 1994, 89:122–127.
14. Höskuldsson A. Weighting schemes in multivariate data analysis. *J Chemom* 2001, 15:371–396.
15. Phatak A, de Jong S. The geometry of partial least squares. *J Chemom* 1997, 11:311–338.
16. Tenenhaus M. *La régression PLS*. Paris: Technip; 1998.
17. Ter Braak CJF, de Jong S. The objective function of partial least squares regression. *J Chemom* 1998, 12:41–54.
18. Höskuldsson A. Modelling procedures for directed network of data blocks. *Chemometrics Intell Lab Syst* 2009, 97:3–10.
19. Esposito Vinzi V, Chin WW, Henseler J, Wang H, eds. *Handbook of Partial Least Squares Concepts, Methods and Applications in Marketing and Related Fields*. New York: Springer Verlag; 2009.
20. Draper NR, Smith H. *Applied Regression Analysis*. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons; 1998.
21. Hoerl AE, Kennard RW. Ridge regression: Biased estimation for nonorthogonal problem. *Technometrics* 1970, 12:55–67.
22. Abdi H. Singular Value Decomposition (SVD) and Generalized Singular Value Decomposition (GSVD). In: Salkind NJ, ed. *Encyclopedia of Measurement and Statistics*. Thousand Oaks, CA: Sage; 2007a, 907–912.
23. Abdi H. Eigen-decomposition: eigenvalues and eigenvecteurs. In: Salkind NJ, ed. *Encyclopedia of Measurement and Statistics*. Thousand Oaks: Sage; 2007b, 304–308.
24. Abdi H, Valentin D, Edelman B. *Neural Networks*. Thousand Oaks, CA: Sage; 1999.
25. Rännar S, Lindgren F, Geladi P, Wold D. A PLS kernel algorithm for data sets with many variables and fewer obsects. Part 1: theory and algorithms. *J Chemom*, 1994, 8:111–125.
26. Abdi H. Linear algebra for neural networks. In: Smelser NJ, Baltes PB, eds. *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Oxford, UK: Elsevier; 2001.
27. Abdi H. RV coefficient and Congruence coefficient. In: Salkind NJ, ed. *Encyclopedia of Measurement and Statistics*. Thousand Oaks, CA: Sage; 2007c, 849–853.
28. Quenouille M. Notes on bias and estimation. *Biometrika* 1956, 43:353–360.
29. Efron B. *The Jackknife, the Bootstrap and Other Resampling Plans*. Philadelphia, PA: SIAM; 1982.
30. Wakeling IN, Morris J. A test for significance for partial least squares regression. *J Chemometrics* 1993, 7:291–304.
31. Wold S. PLS for multivariate linear modelling. In: van de Waterbeenl H, ed. *QSAR: Chemometric Methods in Molecular Design, Methods and Principles in Medicinal Chemistry, Vol. 2*, Weinheim, Germany: Verlag Chemie; 1995.
32. Efron B, Tibshirani RJ. *An Introduction to the Bootstrap*. New York: Chapman and Hall; 1993.
33. Tucker LR. Determination of parameters of a functional relation by factor analysis. *Psychometrika* 1958, 23:19–23.
34. Gittins R. *Canonical Analysis: A Review with Applications in Ecology*. New York: Springer; 1985.
35. Abdi H. Discriminant correspondence analysis. In: Salkind NJ, ed. *Encyclopedia of Measurement and Statistics*. Thousand Oaks, CA: Sage; 2007d, 270–275.
36. Abdi H, Valentin D. STATIS. In: Salkind NJ, ed. *Encyclopedia of Measurement and Statistics*. Thousand Oaks, CA: Sage; 2007a, 955–962.
37. Abdi H, Valentin D. Multiple factor analysis. In: Salkind NJ, ed. *Encyclopedia of Measurement and Statistics*. Thousand Oaks, CA: Sage; 2007b, 651–657.
38. Pagès J, Tenenhaus M. Multiple factor analysis combined with PLS regression path modeling. Application to the analysis of relationships between physicochemical variables, sensory profiles and hedonic judgments. *Chemometrics Intell Lab Syst* 2001, 58:261–273.
39. Abdi H. Multivariate analysis. In: Lewis-Beck M, Bryman A, Futing T, eds. *Encyclopedia for Research*

© 2010 John Wiley & Sons, Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Methods for the Social Sciences. Thousand Oaks, CA: Sage; 2003b, 699–702.

40. Rosipal R, Krämer N. Overview and recent advances in partial least squares. In: Craig Saunders C, Grobelnik M, Gunn J, Shawe-Taylor J, eds. *Subspace, Latent Structure and Feature Selection: Statistical and Optimization Perspectives Workshop (SLSFS 2005)*. New York: Springer-Verlag; 2006, 34–51.
41. Kherif F, Poline JB, Flandin G, Benali H, Simon O, et al. Multivariate model specification for fMRI data. *NeuroImage* 2002, 16:1068–1083.
42. Friston K, Büchel C. Functional integration. In: Frackowiak RSJ, Friston KJ, Frith CD, Dolan RJ, Price CJ, et al., eds. *Human Brain Function*. New York: Elsevier; 2004, 999–1019.
43. Lazar NA. *The Statistical Analysis of Functional MRI Data*. New York: Springer; 2008.
44. (a) Bookstein FL, Streissguth AP, Sampson PD, Connor PD, Barr HM. Corpus callosum shape and neuropsychological deficits in adult males with heavy fetal alcohol exposure. *Neuro Image* 2002, 15:233–25145. (b) Bookstein FL. Partial least squares: a dose – response model for measurement in the behavioral and brain sciences. [Revised] Psycoloquy [an electronic journal] 1994, 5:(23).

FURTHER READING

Abdi H. PLS regression. In: Lewis-Beck M, Bryman A, Futing T , eds. Encyclopedia for Research Methods for the Social Sciences. Thousand Oaks, CA : Sage ; 2003a, 792–795.
Abdi H, Williams LJ. Principal component analysis. *WIREs Comp Stat.*
Escofier B, Pagès J. Analyses Factorielles Multiples. Paris : Dunod; 1988.
Frank IE, Friedman JH. A statistical view of chemometrics regression tools. *Technometrics* 1993, 35:109–148.
Helland IS. PLS and statistical models. *Scand J Stat* 1990, 17:97–114.
Höskuldson A. PLS methods. *J Chemom* 1988, 2:211–228.
Geladi P, Kowlaski B. Partial least square regression: a tutorial. *Anal Chem Acta* 1986, 35:1–17.
Martens H, Martens M. Multivariate Analysis of Quality : An Introduction. London : John Wiley & Sons; 2001.
McIntosh AR, Bookstein FL, Haxby JV, Grady CL. Spatial pattern analysis of functional brain images using partial least squares. *Neuroimage* 1996, 3:143–157.

© 2010 John Wiley & Sons, Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้