

## COURSE DESCRIPTION

### 2603536 ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงสถิติ

3

หลักการลดความเสี่ยงเชิงประจักษ์ให้ต่ำที่สุด ขอบเขตของการวางนัยทั่วไป สมรรถภาพในบริบทของการเรียนรู้เชิงสถิติ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน วิเคราะห์เนล ทฤษฎีของเมอร์เซอร์ การหาค่าที่ดีที่สุดของฟังก์ชันคอนเวกซ์สำหรับวิเคราะห์เนล โครงข่ายประสาทเทียม การประมาณสโตนาคติกและวิธีสโตนาคติกเกรเดียนต์ ตัวแบบการทำนาย การแก้ไขความผิดปกติของตัวแบบ การเลือกตัวแบบ จริยธรรมในการนำเสนอประสิทธิภาพของตัวแบบ

#### Theory of Statistical Learning

#### THEORY STAT LEARN

Empirical risk minimization principle; generalization bounds; capacity in statistical learning; support vector machines; kernel methods; Mercer's theorem; convex optimization for kernel methods; artificial neural networks; stochastic approximation and stochastic gradient methods; prediction models; model regularization; model selection; ethics in model efficiency reporting.

### 2603537 การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง

3

การตัดสินใจแบบเป็นลำดับขั้น กำหนดการพลวัต และกระบวนการตัดสินใจแบบมาร์คอฟ สถานะฟังก์ชันค่าที่ดีที่สุด วิธีเวียนเกิดแบบถอยหลัง กำหนดการพลวัตแบบเดินหน้า กำหนดการพลวัตที่มีเส้นขอบบนันต์ การเรียนรู้แบบคิว ปัญหาแบนดิตแบบพหุ การได้อย่างเสียอย่างระหว่างการสำรวจและการแสวงประโยชน์ กำหนดการพลวัตแบบประมาณ การประมาณค่า การประมาณนโยบาย

#### Reinforcement Learning

#### REINF LEARN

Sequential decision making problems; dynamic programming and Markov decision process; states; optimal value functions; backward recursive methods; forward dynamic programming; infinite horizon dynamic programming; Q-learning; multi-armed bandits; trade-off between exploration and exploitation; approximate dynamic programming; value approximation; policy approximation.

### 2603602 ทฤษฎีความน่าจะเป็น

3

สัจพจน์ของความน่าจะเป็น การนับ ความน่าจะเป็นที่มีเงื่อนไขและความเป็นอิสระ ตัวแปรสุ่มเวกเตอร์สุ่ม การแปลงตัวแปรสุ่ม ฟังก์ชันก่อกำเนิดโมเมนต์ ฟังก์ชันลักษณะ ทฤษฎีบทขีดจำกัดค่าคาดหวังที่มีเงื่อนไข กระบวนการสโตนาคติกเบื้องต้น การจำลองสำหรับทฤษฎีความน่าจะเป็น

## Theory of Probability

### THEORY PROB

Axioms of probability; counting; conditional probability and independence; random variables; random vectors; transformation; moment generating function; characteristic function; limit theorems; conditional expectation; introduction to stochastic process; simulation for probability theorem.

## 2603603 การอนุมานเชิงสถิติ

3

### วิชาที่ต้องสอบผ่าน: 2603602

แนวคิดการอนุมานเชิงสถิติ การอนุมานเชิงสถิติแบบคลาสสิก การอนุมานแบบเบย์ การอนุมานแบบพิกเชอร์ วิธีการอนุมานแบบสมัยใหม่สำหรับตัวแบบที่ใช้พารามิเตอร์

### Statistical Inference

### STAT INFERENCE

### Prerequisite: 2603602

Concept of statistical inference; Classical statistical inference; Bayesian inference; Fisherian inference: modern inferential methods for parametric model.

## 2603604 ทฤษฎีการสำรวจตัวอย่าง

3

หลักการการสำรวจตัวอย่าง การเลือกตัวอย่างที่ไม่ใช้ความน่าจะเป็น การเลือกตัวอย่างเชิงความน่าจะเป็น การเลือกตัวอย่างเชิงสุ่มแบบง่าย การเลือกตัวอย่างแบบมีระบบ การเลือกตัวอย่างแบบมีชั้นภูมิ การเลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม การเลือกตัวอย่างหลายชั้น แผนการเลือกตัวอย่างสำหรับการสำรวจตัวอย่างขนาดใหญ่ ตัวประมาณอัตราส่วนและตัวประมาณความถดถอย การหาขนาดตัวอย่าง ความคลาดเคลื่อนที่ไม่ได้เกิดจากการเลือกตัวอย่าง แนวคิดเบื้องต้นของตัวแบบประชากรคงที่ และตัวแบบที่มีอภิประชากร เทคโนโลยียุคใหม่กับการสำรวจตัวอย่าง

### Theory of Sample Surveys

### THEORY SAM SURV

Principles of sample surveys; non-probability sampling; probability sampling; simple random sampling; systematic sampling; stratified sampling; cluster sampling; multi-stage sampling; sampling plans for large scale surveys; ratio estimator and regression estimator; sample size determination; non-sampling error; fundamental concepts of fixed population model and super population model; modern technology in survey sampling.

## 2603606 การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว

3

แนวคิดของการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว ข้อจำกัดของการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว การแจกแจงแบบปกติของตัวแปรหลายตัว การแจกแจงตัวอย่างของตัวแปรหลายตัว การประมาณค่าและการทดสอบสมมติฐานเชิงสถิติสำหรับตัวแปรหลายตัว การวิเคราะห์ปัจจัย การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับตัวแปรหลายตัว การวิเคราะห์การจำแนกกลุ่ม การวิเคราะห์กลุ่ม การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คานอนิคอล การวิเคราะห์ส่วนประกอบหลัก การสร้างโมเดลสมการโครงสร้าง การประเมินผลการวิเคราะห์

### Multivariate Analysis

#### MULTIVARIATE ANAL

Concept of multivariate analysis; limitations of multivariate analysis; multivariate normal distribution; sampling distribution of multivariate; statistical estimation and hypothesis testing for multivariate; factor analysis; analysis of variance for multivariate; discriminant analysis; cluster analysis; canonical correlation analysis; principal component analysis; structural equation modeling; evaluation of analytical results.

## 2603607 แผนแบบการทดลองขั้นสูง

3

### วิชาที่ต้องสอบผ่าน: 2603600

หลักการพื้นฐานของหน่วยทดลอง การสุ่ม การซ้ำ การควบคุม และการเปรียบเทียบต่าง แผนแบบทดลองสุ่มตลอด แผนแบบทดลองสุ่มในบล็อกสมบูรณ์และในบล็อกไม่สมบูรณ์ แผนแบบทดลองจัดสุ่มลาติน แผนแบบทดลองสลับปัจจัยทดลอง แผนแบบทดลองแฟคทอเรียลและแฟคทอเรียลเชิงส่วน แผนแบบทดลองแยกหน่วยทดลอง แผนแบบทดลองเชิงลำดับ แผนแบบทดลองสำหรับข้อมูลวัดซ้ำ

### Advanced Experimental Designs

#### ADV EXP DESIGN

#### Prerequisite: 2603600

Fundamental concept of experimental unit, randomization, replication, and controls; completely randomized design; randomized complete block design and incomplete block design; Latin square design; crossover design; factorial and fractional factorial designs; split-factor design; hierarchical design; experimental design for repeated measures data.

### 2603616 สถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์

3

การทดสอบที่ใช้การแจกแจงแบบทวินาม ได้แก่ การทดสอบแบบทวินามและการทดสอบที่ใช้เครื่องหมาย ตารางการจร การทดสอบความกลมกลืน การวัดความไม่เป็นอิสระ การทดสอบเอกภาพ วิธีการทดสอบบางชนิดที่ใช้การจัดอันดับ และการทดสอบแบบคอลโมโครอฟ-สเมียร์นอฟ

**Nonparametric Statistics**

**NONPARAMETRIC STAT**

Tests based on binomial distribution: the binomial test, and sign test; contingency tables; goodness-of-fit test, measures of dependence, test for homogeneity, some methods based on ranks, and Kolmogorov-Smirnov test.

### 2603630 การวิเคราะห์อนุกรมเวลา

3

**วิชาที่ต้องสอบผ่าน : 2603645**

นิยามของอนุกรมเวลา ประเภทของตัวแบบเชิงเส้น ข้อกำหนดเบื้องต้นของตัวแบบเชิงสถิติของอนุกรมเวลา ตัวแบบเชิงสถิติ ข้อจำกัด และข้อกำหนดเบื้องต้นของอนุกรมเวลาคงที่ ตัวแบบเชิงสถิติของอนุกรมเวลาชนิดอิสระสัมพันธ์และข้อกำหนดเบื้องต้น ตัวแบบเชิงสถิติของอนุกรมเวลาชนิดค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และข้อกำหนดเบื้องต้น ตัวแบบเชิงสถิติของอนุกรมเวลาชนิดผสมระหว่างอิสระสัมพันธ์กับค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และข้อกำหนดเบื้องต้น ตัวแบบเชิงสถิติของอนุกรมเวลาชนิดไม่มีฤดูกาลและมีฤดูกาลและข้อกำหนดเบื้องต้น

**Time-series Analysis**

**TIME SERIES ANAL**

**Prerequisite: 2603645**

Definition of time series; category of time series; statistical linear model for time series and assumptions; stationary time-series model, limitation, and assumptions; autoregressive time-series model and assumptions; moving-average time-series model and assumptions; autoregressive-integrated-moving average model and assumptions; statistical model for time-series without seasonality and with seasonality, and assumptions.

### 2603633 การจัดการข้อมูลสำหรับการประยุกต์ทางสถิติ

3

ความสำคัญของการจัดการข้อมูล การใช้โปรแกรมตารางจัดการ การจัดการข้อมูลด้วยระบบฐานข้อมูล การออกแบบฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ การใช้ภาษาเอสคิวแอลเพื่อจัดการข้อมูลคลังข้อมูล การออกแบบฐานข้อมูลแบบหลายมิติ การใช้ฐานข้อมูลหลายมิติ ข้อมูลในการสื่อสารบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเหมาะสมและข้อจำกัดของเทคโนโลยีการจัดการข้อมูลต่างๆ สำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติ

## Data Management for Statistical Applications

### DATA MGT STAT APP

Importance of data management, managing data by spreadsheet program, database management systems, relational schema design, using SQL to manage data, data warehouse, design of multi-dimensional database, using multi-dimensional database, data on the Internet, suitability and limits of data management technologies in statistical analysis.

#### 2603637 การเรียนรู้ของเครื่อง

3

การเรียนรู้ที่มีผู้สอน วิธีเชิงเส้นสำหรับการจำแนกประเภท ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลขั้นสูง การประเมินตัวแบบและการเลือกตัวแบบ การเรียนรู้ที่ไม่มีผู้สอน กฎความสัมพันธ์ การวิเคราะห์กลุ่ม การเขียนโปรแกรมสำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง

Machine Learning

MACHINE LEARNING

Supervised learning; linear methods for classification; support vector machines; advanced data mining techniques; model assessment and model selection; unsupervised learning; association rules; cluster analysis; programming for machine learning.

#### 2603638 กระบวนการสโตคาสติก

3

วิชาที่ต้องสอบผ่าน : 2603602

กระบวนการสโตคาสติกในเวลาไม่ต่อเนื่องและต่อเนื่อง ได้แก่ กระบวนการปัวซอง กระบวนการเริ่มใหม่ ลูกโซ่มาร์คอฟ การเคลื่อนที่แบบบราวเนียน กระบวนการคงที่ การประยุกต์กระบวนการสโตคาสติก

Stochastic Processes

STOC PROC

Prerequisite : 2603602

Stochastic processes in discrete and continuous time: Poisson process, renewal process, Markov chain, Brownian motion and stationary process; applications of stochastic processes.

## 2603640 การวิเคราะห์การตัดสินใจ

3

วิชาที่ต้องสอบผ่าน : 2603602

แนวคิดและทฤษฎีของอรรถประโยชน์ ความน่าจะเป็นเชิงอัตวิสัย องค์ประกอบของทฤษฎีการตัดสินใจเชิงสถิติ การกำหนดค่าเชิงปริมาณของอรรถประโยชน์ การวิเคราะห์เบื้องต้น ทฤษฎีของเบส์ การวิเคราะห์หลังการปรับ การวิเคราะห์ก่อน - หลังการปรับ การวิเคราะห์การตัดสินใจขั้นสูง การตัดสินใจอรรถประโยชน์เชิงพหุ

Decision Analysis

DECISION ANALYSIS

Prerequisite : 2603602

Concept and theory of utility; subjective probability; elements of statistical decision theory; quantification of utility; prior analysis; Bayes' theorem; posterior analysis; pre-posterior analysis; advanced decision analysis; multi-attributed utility decision.

## 2603641 การวิเคราะห์เชิงสถิติสำหรับข้อมูลจำแนกประเภท

3

วิชาที่ต้องสอบผ่าน : 2603645

การแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่อง ข้อมูลจำแนกประเภท ข้อมูลพหุนาม ตัวบ่งชี้ถ้อยแถลง ตัวแบบโลจิสติก การจำแนกข้อมูลทางเดียว การจำแนกข้อมูลสองทาง การจำแนกข้อมูลหลายทาง การทดสอบเอกภาพ การทดสอบความเป็นอิสระ ค่าวัดความสัมพันธ์ การทดสอบที่แท้จริง การทดสอบแมนเทิล-เฮนเซล การทดสอบแมคนีมา และการทดสอบอื่นๆ ตารางการจรแบบไม่สมบูรณ์ ตารางการจรแบบกำลังสอง ตารางการจรขั้นสูง การทดสอบอัตราส่วนภาวะน่าจะเป็น

Statistical Analysis for Categorical Data

STAT ANAL CATE

Prerequisite: 2603645

Discrete distribution; categorical data, multinomial data; loglinear model, logistic model; one-way classification, two-way classification, multi-way classification; test of homogeneity, test of independence; measures of association: exact test, Mantel-Haenszel test, McNemar test and others test; incomplete contingency tables, squared contingency tables; higher dimensional contingency tables; likelihood ratio test.

**2603642 การคำนวณและการจำลองแบบเชิงสถิติ**

**3**

เทคนิคมอนติคาร์โล การสร้างตัวแปรสุ่ม และ เวกเตอร์สุ่ม การวิเคราะห์ผลการจำลอง เทคนิค ลูกโซ่มาร์คอฟ มอนติคาร์โล และการประยุกต์ใช้งานเทคนิคมอนติคาร์โล และ ลูกโซ่มาร์คอฟ มอนติคาร์โล

**Statistical Computation and Simulation**

**STAT COM SIM**

Monte Carlo techniques: generation of random variables and random vectors; simulation output analysis; Markov chain Monte Carlo techniques; applications of Monte Carlo and Markov chain Monte Carlo techniques.

**2603645 การประยุกต์ตัวแบบเชิงสถิติ**

**3**

วิธีวิเคราะห์ข้อมูลที่มาจากการแจกแจงที่ปกติและไม่ปกติ การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น ตัวแบบเชิงเส้นน้อยทั่วไป ซอฟต์แวร์ทางสถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

**Applied Statistical Models**

**APP STAT MODEL**

Methods for analyzing normal and non-normal data; multiple linear and nonlinear regression; generalized linear models; statistical software for data analysis.

**2603646 สารสนเทศวิทัศน์**

**3**

หลักการสารสนเทศวิทัศน์ การรับรู้ทางภาพ ขั้นตอนการทำงานสารสนเทศวิทัศน์ สารสนเทศวิทัศน์ข้อมูลตัวแปรเดียว สองตัวแปร และหลายตัวแปร สารสนเทศวิทัศน์ข้อมูลเชิงลำดับชั้น เชิงสัมพันธ์ เชิงพื้นที่ และเชิงภูมิศาสตร์ สารสนเทศวิทัศน์แบบตอบโต้ การวิเคราะห์ด้วยภาพ การประเมินสารสนเทศวิทัศน์ จริยธรรมในการนำเสนอข้อมูล

**Information Visualization**

**INFO VIS**

Principles of visualization; visual perception; information visualization pipeline; univariate, bivariate and multivariate data visualizations; hierarchical, relational, spatial, and geographical data visualizations; interactive visualizations; visual analytics; visualization evaluation; ethics in data reporting.

**2603647 หลักการเขียนโปรแกรมสำหรับศาสตร์ข้อมูล**

**3**

การออกแบบขั้นตอนวิธี การวิเคราะห์ขั้นตอนวิธี เทคนิคการเขียนโปรแกรม การฝึกเขียนโปรแกรม สภาพแวดล้อมในการเขียนโปรแกรม เครื่องมือในการเขียนโปรแกรม คลังโปรแกรม ส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ (เอพีไอ) การจัดการข้อมูล โครงสร้างข้อมูลและดัชนีข้อมูล การปรับรูปแบบข้อมูล การรวมข้อมูลและการดำเนินการกลุ่มข้อมูล

## Fundamental Programming for Data Science

### FUND PROG DATA SCI

Algorithm design; algorithm analysis; programming techniques; programming practice; programming environments; programming tools; program libraries; Application Programming Interfaces (APIs); data manipulation; data structure and indexing; data wrangling; data aggregation and group operation.

#### 2603648 การวิเคราะห์แบบเบส์

3

##### วิชาที่ต้องสอบผ่าน: 2603602

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบเบส์เบื้องต้น การแจกแจงความน่าจะเป็นก่อน การแจกแจงความน่าจะเป็นภายหลัง การแจกแจงความน่าจะเป็นก่อนแบบสังยุค การวิเคราะห์แบบเบส์สำหรับตัวแบบที่มีพารามิเตอร์มากกว่าหนึ่งตัว วิธีการคำนวณแบบเบส์การสุ่มของกิบส์และการประยุกต์ใช้ในตัวแบบสถิติอื่น ๆ

##### Bayesian Analysis

##### BAYESIAN ANAL

##### Prerequisite: 2603602

Introduction to Bayesian data analysis; prior distribution ; posterior distribution; conjugate prior distribution; Bayesian analysis for multiparameter models; Bayesian computational methods; Gibbs sampler; applications to other statistical models.

#### 2603675 ตัวแบบการอยู่รอด

3

##### วิชาที่ต้องสอบผ่าน: 2603603 หรือ โดยได้รับความเห็นชอบจากคณะ

ลักษณะและคุณสมบัติของตัวแบบการอยู่รอดการประมาณตัวแบบการอยู่รอดแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์เมื่อมีข้อมูลตัวอย่างสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ การประยุกต์และการขยายตัวแบบการอยู่รอด ตารางชีพ

##### Survival Models

##### SURVIVAL MODELS

##### Prerequisite: 2603603 or by consent of faculty

Natures and properties of survival models; estimation of parametric and nonparametric survival models from complete and incomplete data samples; applications and extensions of survival models; life tables.



|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 2603693 | <p><b>ปฏิบัติการศาสตร์ข้อมูลขั้นสูง</b></p> <p>วิชาที่ต้องสอบผ่าน: 2603691 หรือ โดยได้รับความเห็นชอบจากคณะ</p> <p>ทักษะที่ต้องการในงานด้านศาสตร์ข้อมูล สินค้าและบริการที่สามารถเกิดได้จากการมีข้อมูล เทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้ในศาสตร์ข้อมูล การเรียนรู้ของเครื่อง ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในศาสตร์ข้อมูล เทคนิคข้อมูลวิทัศน์ การวัดและการวิเคราะห์ในศาสตร์ข้อมูล การทดลองในศาสตร์ข้อมูล หัวข้อขั้นสูงในศาสตร์ข้อมูล</p> <p><b>Advanced Data Science Practicum</b></p> <p><b>ADV DATA SCI PRAC</b></p> <p><b>Prerequisite: 2603691 or by consent of faculty</b></p> <p>Skills required in data science jobs; data enabled products and services; information technologies used in data science: machine learning; programming languages used in data science; data visualization techniques; measurements and analyses in data science; experiments in data science; advanced topics in data science.</p> | 3 (3-0-9)   |
| 2603695 | <p><b>หัวข้อพิเศษทางสถิติ</b></p> <p>หัวข้อที่น่าสนใจและประเด็นปัจจุบันเกี่ยวกับสถิติ</p> <p><b>Special Topics in Statistics</b></p> <p><b>SPEC TOP STAT</b></p> <p>Interesting topics and current issues in statistics.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3           |
| 2603698 | <p><b>โครงการปริญญาโท</b></p> <p>การศึกษาค้นคว้า หรือ การแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิธีการทางสถิติ</p> <p><b>Master Project</b></p> <p><b>MASTER PROJECT</b></p> <p>A study or a problem solving related to statistical methods.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3(0-12-0)   |
| 2603811 | <p><b>วิทยานิพนธ์</b></p> <p>Thesis</p> <p>THESIS</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 12 หน่วยกิต |
| 2603896 | <p><b>การสอบประมวลความรู้</b></p> <p><b>Comprehensive Examination</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0 (S/U)     |

**2604417 Modelling for Algorithmic Trading**

**2 (2-0-6)**

**MOD ALGO TRAD**

**Prerequisite: 2104661**

Machine learning theory; supervised learning algorithms; modelling cross-validation; algorithmic trading; market making; adverse selection; arbitrage; introduction to game theory; application of Bayes rule, Bayesian inference, regression and classification problems.

**2604420 Credit Risk Modelling**

**2 (2-0-6)**

**CREDIT RISK MODEL**

**Prerequisite: 2104643 or by consent of faculty**

Structural-form models; reduced form models; credit rating; rating models; recovery models; credit derivatives; default correlation models; copula-based models; credit portfolio management.

**2605649 การตลาดดิจิทัล**

**3(3-0-9)**

**วิชาที่ต้องสอบผ่าน: 2605501**

บทบาทและหน้าที่ของเครื่องมือดิจิทัลในการจัดการแบรนด์และการตลาด สภาวะแวดล้อมภายในและภายนอกในยุคดิจิทัลที่มีผลกระทบต่อผู้บริโภคและบริษัท พฤติกรรมผู้บริโภคในยุคดิจิทัล การประยุกต์เครื่องมือดิจิทัลในการจัดการแบรนด์และส่วนประสมทางการตลาด เครื่องมือดิจิทัลในการจัดการแบรนด์และการตลาด อนาคตดิจิทัลทางการตลาด

**Digital Marketing**

**DIGITAL MARKETING**

**Prerequisite: 2605501**

Roles and functions of digital tools in brand and marketing management; internal and external environment affecting consumers and companies in the digital era; consumer behavior in the digital era; application of digital tools in managing brand and marketing mix; digital tools in brand and marketing management; marketing analytics.