หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

การศึกษาทบทวนผลงานที่ผ่านมา

การปรับปรุงแบบจำลองวิเคราะห์การจราจร โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เริ่มมีขึ้นประมาณปี ค.ศ. 1951 จนกระทั่งประมาณปี ค.ศ. 1955 ก็สามารถปรับปรุงสร้างแบบจำลอง Simulation ขึ้นในรูปแบบที่เป็น Analog ต่อมาได้มีการปรับปรุงแบบจำลองไปพร้อม ๆ กับการปรับปรุงเทคโนโลยีของเครื่องคอมพิวเตอร์ การปรับปรุง Simulation Model อาศัยแนวเหตุผลและสมมติฐานทางทฤษฎีของการจราจร ทั้งในรูปแบบของ Macro Analysis และ Micro Analysis แบบจำลองต่าง ๆ ที่ได้ถูกปรับปรุงขึ้น แบ่งออกได้ดังนี้

2.1 Discrete and Continuous Variable Simulation Model

แบบจำลองวิเคราะห์การจราจรชนิดนี้ได้รับการปรับปรุงเป็น Analog โดย Matthewson, Trautman และ Gerlough ซึ่งนับว่าเป็นแบบจำลองแรกที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้จำลองและวิเคราะห์พฤติกรรมของการจราจรที่ทางแยกสัญญาณไฟ (Signalized Intersection) ต่อเนื่องไปถึงโครงข่ายถนน (Network) โดยพิจารณาทิศทางการไหลของยวดยานในแต่ละช่องทางจราจร (Lane) คนเดินเท้าที่ก่อให้เกิดความล่าช้า (Delay) สำหรับยวดยานที่ทางแยก เนื่องจากแบบจำลองนี้ได้สร้างขึ้นในรูปแบบของ Analog ต่อมาจึงได้ถูกปรับปรุงแก้ไข

2.2 Stark/NBS Model

แบบจำลองวิเคราะห์การจราจรชนิดนี้เน้นการวิเคราะห์แบบ Micro Analysis ได้ปรับปรุงขึ้นโดย Stark of The National Bureau of Standard อาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ IBM 704 จำลองพฤติกรรมการจราจรต่าง ๆ เช่น สัญญาณไฟจราจร (Traffic Signal), เครื่องหมายหยุด (Stop Sign) ช่องทางการไหลของการจราจร

ทั้งในทิศทางเดียว (One Way) และสองทิศทาง (Two Way) และทางแยกทะแยง (Oblique Intersection)

2.3 Road Research Laboratory Model

แบบจำลองวิเคราะห์การจราจรชนิดนี้ เป็นแบบ Micro Analysis ซึ่งได้ปรับปรุงขึ้นโดย Francis และ Lott เพื่อใช้ทดสอบการเปลี่ยนแผนควบคุมสัญญาณไฟจราจรในกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ เป็นแบบจำลองที่ค่อนข้างละเอียด แต่ก็ยังไม่สามารถแยกความแตกต่างของยวดยาน และการเคลื่อนที่ของยวดยานแต่ละประเภทในโครงข่ายถนน มีการแบ่งช่องทางจราจรออกเป็นช่วงสั้น ๆ ขึ้นอยู่กับความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ (Bit) จำลองพฤติกรรมการจราจรที่ทางแยกสัญญาณไฟ ประกอบด้วย ปริมาณการจราจรที่เลี้ยวซ้าย, เลี้ยวขวา, จังหวะสัญญาณไฟ และ เวลา Off Set ผลที่ได้จากขบวนการ Simulation จะเป็นค่าเฉลี่ยของปริมาณการจราจร, ความล่าช้า ของช่วงระหว่างทางแยก (Link)

2.4 Australain or Pak-Poy Model

แบบจำลองวิเคราะห์การจราจรชนิดนี้ก็ได้รับการปรับปรุงขึ้นเป็น (Micro Analysis โดย Pak-Poy (บริษัทวิศวกรที่ปรึกษาที่มีชื่อเสียงของออสเตรเลีย) เพื่อใช้วิเคราะห์และทดสอบการควบคุมสัญญาณไฟจราจร ความจุ (Capacity) ที่บริเวณทางแยกสัญญาณไฟ เปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับการศึกษาสภาพที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งประกอบด้วย ความล่าช้า, ความยาวของกลุ่มยวดยาน (Queue Length) และระดับการอิ่มตัวของการจราจร (Degree of Saturation Flow) ที่ทางแยก

2.5 Vehicle Traffic Simulator (VTS)

แบบจำลองวิเคราะห์การจราจรนี้ยังได้รับการปรับปรุงขึ้นเป็น Micro Analysis โดย A.H. Blum เป็นภาษา GPSS (General Purpose Simulation System) จำลองพฤติกรรมการจราจรเป็นโครงข่ายถนน วิเคราะห์การควบคุมสัญญาณไฟจราจร

ที่ทางแยกแบบ Fixed Time การเคลื่อนที่ของยวดยานเป็นแบบไหลตามกัน (Car-Following) มีการกำหนดคุณลักษณะของความแตกต่างของยวดยาน แต่ไม่สามารถแยกชนิดของยวดยานได้ จึงนับว่าเป็นแบบจำลองที่ค่อนข้างละเอียดโดยมีการศึกษาความล่าช้าเฉลี่ยและค่าตัวแปรที่สำคัญ ๆ หลายประการ ซึ่งเป็นพื้นฐานของแบบจำลองแบบ Micro Analysis ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

2.6 Traffic Network Simulation Model (TRANS)

แบบจำลองวิเคราะห์การจราจรชนิดนี้ได้รับการปรับปรุงขึ้นเป็นแบบ Macro Analysis โดย Gerlough, Wagner, Rudder และ Katz เป็นแบบจำลองแรกที่ใช้วิเคราะห์การจราจรเป็นโครงข่ายถนน และมีการใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยใช้ระยะเวลาในการปรับปรุงแก้ไขตั้งแต่ปี ค.ศ. 1962 ถึงปี ค.ศ. 1968 แบ่งเป็น 4 Version พิจารณายวดยานเป็นกลุ่มสั้น ๆ (Short Platoon) ยวดยานสามารถเปลี่ยนช่องทางจราจรได้ในขณะที่กลุ่มยวดยานข้างหน้าก่อตัวขึ้นเป็นคิว (Queue) ที่บริเวณช่องทางเลี้ยวขวา พฤติกรรมต่าง ๆ ของยวดยานที่ถูกควบคุมด้วยสัญญาณไฟค่อนข้างชัดเจน ระยะเวลา (Time - Steps) ที่ใช้ในแบบจำลองนี้ก็แตกต่างกันไปของแต่ละ Version เช่น Version 4 ช่วงระยะเวลาที่เปลี่ยนแปลง (Updated Period) ไม่น้อยกว่า 2 วินาที จึงได้มีการนำแบบจำลองนี้ไปใช้และทดสอบใน Washington, D.C. Los Angeles และ Detroit แม้ว่าในปัจจุบันแบบจำลองนี้ค่อนข้างจะล้าสมัย แต่ก็เป็นแนวทางในการศึกษาปรับปรุงแบบจำลองอื่น เช่น DYNET, SIGNET และ UTCS-1 ซึ่งใช้กันอยู่เป็นอันมากในปัจจุบัน เป็นต้น

2.7 Birmingham Model

แบบจำลองนี้ได้ปรับปรุงขึ้นโดย Storey แห่งประเทศอังกฤษ มีลักษณะการวิเคราะห์พฤติกรรมของการจราจรเป็นแบบ Micro Analysis ได้จำแนกยวดยานเป็น 4 ประเภท การเคลื่อนที่ของยวดยานอาศัยทฤษฎีการไหลตามกันค่อนข้างมีขีดจำกัด ยวดยานถูก Assign ในแต่ละช่องทางจราจร อาศัยพื้นฐานของการเคลื่อนที่ตามลำดับที่บริเวณ

ทางแยก ลักษณะของแบบจำลองนี้จะเป็น Traffic Assignment ของโครงข่ายถนน การควบคุมสัญญาณไฟที่บริเวณทางแยกเป็นแบบ Fixed Time และ Vehicle-Actuated Signal การแสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ค่อนข้างมีขีดจำกัด ในการแสดงตำแหน่งยวดยานในโครงข่ายถนน ในเวลาที่ใช้ในการเดินทางและความล่าช้าที่เกิดขึ้นในแต่ละเส้นทาง

2.8 Dynamic Network Analysis of Urban Traffic Flow Simulation Model (DYNET)

แบบจำลองวิเคราะห์การจราจรแบบ Micro Analysis ที่ได้ปรับปรุงขึ้นโดย Lieberman แห่ง General Applied Science Laboratory (GASL) เมื่อปี ค.ศ. 1969 อาศัยพื้นฐานในการปรับปรุงมาจากแบบจำลอง TRANS พิจารณาการเข้ามาของยวดยานประเภทต่าง ๆ กัน แต่ละคันเป็นแบบ Shifted Exponential Distribution ในแต่ละช่องทางจราจรพฤติกรรมการเคลื่อนของยวดยานสามารถเปลี่ยนช่องทางจราจรได้ในขณะที่มีช่องเวลาว่างที่ยอมรับ (Gap Acceptance) และสามารถเคลื่อนที่ไปได้อย่างปลอดภัย ในกรณีที่สภาพเป็นคิว ยวดยานจะเปลี่ยนช่องทางจราจรไปยังคิวที่อยู่ใกล้ ๆ และความยาวของคิวที่สั้นกว่ายวดยานที่ต้องการเลี้ยวขวาจะต้องหยุดรอช่วงเวลาว่าง แล้วจึงเคลื่อนที่ผ่านไปได้ จะเห็นได้ว่าพฤติกรรมและคุณลักษณะต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลองนี้มีความละเอียดกว่าแบบจำลอง TRANS มาก

2.9 Sakai and Nagao

แบบจำลองวิเคราะห์การจราจรนี้ได้ปรับปรุงขึ้นในประเทศญี่ปุ่น มีลักษณะเป็น Macro Analysis พิจารณายวดยานเป็นกลุ่มใหญ่ (Platoon) แบ่งถนนออกเป็นช่วง ๆ (Segment) ซึ่งมีความยาวไม่เกิน 50 เมตร ความเร็วเฉลี่ยของยวดยานขึ้นอยู่กับจำนวนยวดยานที่อยู่บนช่วงถนนนั้น จำนวนรถบรรทุก (Truck) และรถโดยสาร (Bus) จะถูกแปลงเป็นจำนวนรถยนต์นั่ง (Passenger Car Unit)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.10 Vehicle Traffic Simulation Model (VETRAS)

แบบจำลองวิเคราะห์การจราจรนี้มีลักษณะการวิเคราะห์เป็น Micro Analysis ที่ได้ปรับปรุงขึ้นโดย International Business Machines Corp. (IBM) อาศัยพื้นฐานมาจากแบบจำลอง VTS โดยได้ปรับปรุงพฤติกรรมของการเลี้ยวซ้ายในขณะสัญญาณไฟแดงและพฤติกรรมการไหลตามกันของยวดยาน การเปลี่ยนช่องทางของยวดยาน โดยแยกยวดยานเป็นประเภทต่าง ๆ กัน แก้ไขรูปแบบจำลองเพื่อในการใช้งานให้ง่ายขึ้นกว่าเดิมสำหรับโครงข่ายถนนที่ไม่เกิน Four-Legged Intersection

2.11 Vehicle Performance in Traffic Model

แบบจำลองวิเคราะห์การจราจรชนิดนี้ได้รับการปรับปรุงขึ้นเป็น Micro Analysis โดย Aerospace Corporation เป็นแบบจำลองที่ค่อนข้างละเอียด จำแนกยวดยานออกเป็นแต่ละชนิด การกระจายการเข้ามาของยวดยานเป็นแบบ Poisson พิจารณาคุณลักษณะของผู้ขับขี่และยวดยาน เช่น ความเร็วที่ใช้ของแต่ละช่องทางจราจร ช่วงว่างที่ยอมรับ (Gap Acceptance) ระยะเวลาที่ผู้ขับขี่เคลื่อนที่ตามยวดยานที่ช้ากว่า การเปลี่ยนช่องทางจราจร อุบัติเหตุที่เกิดจากการ Merge ของยวดยานที่จุดเดียวกันบริเวณทางแยก แต่แบบจำลองนี้ไม่มีการพิจารณาการรบกวนของผู้เดินเท้าที่บริเวณทางแยก ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ไม่ค่อยจะได้ผล ขอบเขตการใช้งานค่อนข้างจำกัด

2.12 Urban Traffic Control System (UTCS-1) และ Simulation of Corridor Traffic (SCOT)

UTCS-1 เป็นแบบจำลองวิเคราะห์การจราจรเป็น Micro Analysis ที่ได้รับการปรับปรุงขึ้นโดย Peat, Marwick, Mitchell และ GASL เพื่อใช้ในการออกแบบ

ระบบสัญญาณไฟจราจร อาศัยพื้นฐานมาจากแบบจำลอง DYNET เป็นแบบจำลองที่ค่อนข้างละเอียด มีการปรับปรุงพฤติกรรมการรบกวนจากคนเดินเท้า การเปลี่ยนช่องทางจราจร การรบกวนของยวดยานที่เลี้ยวขวาและก่อให้เกิดคิวที่ด้านหลังในขณะที่หยุดรอ (Hang-Up) ได้นำไปใช้งานอย่างกว้างขวางใน Washington, D.C. ส่วน SCOT เป็นแบบจำลองวิเคราะห์การจราจรเป็น Macro Analysis ที่ได้รับการปรับปรุงขึ้นโดย GASL มีความคล้ายคลึงกับ UTCS-1 เว้นแต่ได้นำเอาแบบจำลอง Dynamic Analysis of Freeway Traffic (DATF) เข้ารวมอยู่ด้วย พิจารณายวดยานเป็นกลุ่ม ความเร็วของยวดยานขึ้นอยู่กับความหนาแน่น (Density) ของยวดยาน ได้มีการนำแบบจำลองนี้ไปช่วยในการวิเคราะห์การจราจรบน Freeway ในเมือง Dallas

2.13 Signal Network Optimization System (SIGNET)

แบบจำลองวิเคราะห์การจราจรที่เน้นการวิเคราะห์แบบ Micro Analysis ที่ได้รับการปรับปรุงขึ้นโดย Davis เป็นวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท ในมหาวิทยาลัย Purdue ข้อมูล Input มีความสลับซับซ้อนมาก ผลที่ได้ในรูปสถิติ เช่น จำนวนยวดยานทั้งหมด ค่าความล่าช้าทั้งหมด ค่าความล่าช้าเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของความล่าช้า และความเร็วเฉลี่ย แบบจำลองนี้อาศัยพื้นฐานมาจากแบบจำลอง TRANS แต่เน้นการวิเคราะห์แบบ Micro Analysis และพฤติกรรมของยวดยานในคอมพิวเตอร์โปรแกรมจะคล้ายกับแบบจำลอง UTCS-1 นับว่าเป็นแบบจำลองที่มีความละเอียดและสามารถนำไปใช้งานได้กับการออกแบบทางแยก (Intersection Geometries) และ ระบบการควบคุมการจราจรที่บริเวณทางแยก

2.14 Traffic Network Study Tool (TRANSYT)

แบบจำลองวิเคราะห์การจราจรชนิดนี้เป็น Macro Analysis ที่ได้รับการปรับปรุงขึ้นโดย Robertson แห่ง Transport and Road Research Laboratory ในประเทศอังกฤษ เป็นแบบจำลองการคำนวณหาจังหวะเวลาสัญญาณไฟจราจรแบบ Fixed-

Time ให้ได้ค่าที่ดีที่สุด (Optimum) ในการควบคุมการจราจรโดยคำนึงให้การไหลของการจราจรในโครงข่ายสัญญาณไฟจราจร ก่อเกิดความล่าช้าน้อยที่สุด และได้ถูกจัดทำเป็นคอมพิวเตอร์โปรแกรมช่วยในการคำนวณ โดยอาศัยหลักการสำคัญ 2 ส่วน คือ รูปจำลองทางการจราจร (Traffic Model) คำนวณหาค่า Performance Index ของโครงข่ายสัญญาณไฟ สำหรับค่าจังหวะเวลาสัญญาณไฟจราจรหนึ่ง ๆ ในรูปของค่าความล่าช้า และขบวนการ Hill-Climbing Optimization จะกำหนดการเปลี่ยนแปลงจังหวะเวลาสัญญาณไฟจราจร เพื่อให้ค่า Performance Index ที่ต่ำที่สุด ในการคำนวณจะแบ่งรอบเวลาออกเป็น 50 ส่วน เพื่อความละเอียดและแม่นยำ คำนวณหาค่าทุกค่าในโปรแกรมจะขึ้นอยู่กับค่าอัตราการไหลของการจราจรกับปริมาณที่ยวดยานหยุดรอสัญญาณไฟในแต่ละหน่วยเวลา ปริมาณการจราจรในแต่ละช่วงระหว่างทางแยกเป็นสัดส่วนของปริมาณการจราจรที่มาจาก Upstream Link อื่น ๆ การเข้ามาของยวดยานในแต่ละ Link ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้บางส่วนของกลุ่มยวดยานมีการกระจายกันออกไป ซึ่งอธิบายได้ในรูปแบบของ Exponential Smoothing โดยมีค่าความสม่ำเสมอเป็นตัวแปรกับค่าระยะเวลาเดินทาง ซึ่งขึ้นอยู่กับการไหลของการจราจรที่เข้ามา คำนวณหาค่าจำนวนยวดยานที่หยุดรอที่เส้นหยุด โดยเริ่มจากจำนวนยวดยานที่หยุดรอสัญญาณไฟมีค่าเป็นศูนย์ไปจนถึงรอบเวลาหนึ่งที่ได้สภาวะคงที่ และใช้เป็นรูปแบบในการทำนายการเกิดคิว และความล่าช้าในรอบเวลาสัญญาณไฟต่อ ๆ ไป ค่าความล่าช้าเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยเวลาประกอบด้วย ความล่าช้าของจำนวนยวดยานที่เข้ามาคงที่ทุกรอบเวลา ซึ่งเป็นความยาวเฉลี่ยของคิวในหนึ่งรอบเวลา และความล่าช้าของจำนวนยวดยานที่เข้ามาในแต่ละรอบเวลาเป็นแบบ Random ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าองศาความอิ่มตัวเฉลี่ยที่เส้นหยุดรอสัญญาณไฟ

แบบจำลองนี้ได้ถูกนำไปใช้ในการจัดทำแผนการควบคุมการจราจรในหลายแห่งทั่วโลก ซึ่งให้ผลเป็นที่น่าสนใจและเป็นที่ยอมรับในหลายประเทศ กรุงเทพมหานครก็ได้เลือกเอาแบบจำลอง TRANSYT มาใช้ในการจัดทำแผนควบคุมจราจรเช่นกัน

2.15 Signal Optimization (SIGOP II)

แบบจำลองวิเคราะห์การจราจรชนิดนี้ ได้รับการปรับปรุงเป็น Macro Analysis

โดย Lieberman และ Woo ซึ่งมีความคล้ายกันกับแบบจำลอง TRANSYT และ SIGOP I คือ เป็นแบบจำลองคำนวณหาจังหวะเวลาสัญญาณไฟจราจรแบบ Macro Analysis พิจารณายวดยานเป็นกลุ่ม ๆ ขึ้นอยู่กับความยาวของช่วงระหว่างทางแยกและความเร็วของยวดยาน การเคลื่อนที่ของยวดยานในแบบจำลองสามารถศึกษาผลกระทบของจังหวะเวลาสัญญาณไฟหลาย ๆ Phase และผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถแสดงด้วยกราฟ ระหว่าง Time-Space กับ Signal Control ของแต่ละช่วงระหว่างทางแยก ได้มีการนำไปใช้ทดสอบโดย Federal Highway Administration

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย