

บทที่ 2

ผลการวิจัยที่ผ่านมา

การคำนวณ Resource leveling and scheduling รวมทั้ง time-cost tradeoff มีการพัฒนาวิธีการคำนวณมากมายหลายวิธี ซึ่งโดยย่อมีดังนี้

ในช่วงต้นปี ค.ศ. 1900 Henry Gantt and Frederick Taylor ได้เริ่มการใช้ Bar-chart โดยแสดงในรูปภาพแท่งของงานและระยะเวลา ในช่วงปลายปี 1950 มีการวางแผนโดยการวิเคราะห์จาก Network ซึ่งเป็นต้นแบบในการพัฒนาของ Critical path method (CPM), Project Evaluation and Review Technique (PERT) ในปี 1956 Walker and Kelly ได้พัฒนาวิธีการวางแผนงานโดยเรียกว่า Walker-Kelly method และต่อมาเป็น Critical Path Method (CPM)

ในช่วงปี 1960 CEIR Inc. (Division of Control Data Co.) และ Du Pont Company ได้ร่วมกันพัฒนาโปรแกรม RAMPS (Resource Allocation and Multi-Project Scheduling) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้งานเมื่อมีทรัพยากรที่จำกัด Wiest (1), (2) ได้อธิบายถึงการทำงานของโปรแกรมนี้น ในการจัดแผนงานที่มีทรัพยากรจำกัด วิธีที่ใช้นี้จะลดค่าใช้จ่าย (Minimize costs) จากช่วงเวลาหนึ่งไปอีกช่วงเวลาหนึ่ง (Period-to-period) ตัวโปรแกรมสามารถใช้งานได้ 100 โครงการที่แยกกัน ซึ่งแต่ละโครงการมี 2,000 งาน และใช้ทรัพยากร 100 ชนิด

Wiest (2), (3) ได้ทำโปรแกรม SPAR (Scheduling Program for Allocating Resource) I และ II โดยใช้กับ Single และ Multiple project ที่มีงานมากกว่า 200 งาน และมีทรัพยากร 20 ชนิด และในเวลาต่อมาพัฒนาเป็น SPARTAN (Scheduling Program for Allocating Resource to Alternative Networks) ซึ่งใช้เฉพาะกับปัญหาของการประเมินค่าทางเลือกของ Weapon system proposals

ในช่วงปี 1962-63 วิธีที่ใช้สำหรับ multi-resource leveling ได้รับการพัฒนาโดย Burgess and Kellebrew (4) ซึ่งอธิบายถึงวิธีการลดผลรวมยกกำลังสองของความต้องการทรัพยากรในช่วงระยะเวลาต่อเนื่องกัน ภายในระยะเวลาโครงการ

ในปี 1964 Moder and Phillips (5) ได้เสนอรายละเอียดของ Heuristic-based procedures ต่างๆ Brand, Meyer and Shaffer (6), (7) อธิบาย RSM (Resource Scheduling Method) approach ซึ่งเป็นการจัดแผนงานที่มีทรัพยากรจำกัด โดยใช้รูปแบบของ "Precedence diagram" ซึ่งต่อมาได้รับการพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ IBM's PCS (Project Control System) โดยใช้งานได้มากกว่า 200 งาน แต่ละงานมีทรัพยากรได้ถึง 6 ชนิด Knight (8) ได้เสนอแนวทางการจัดแผนงานสำหรับ multi-project ภายใต้ข้อสมมุติฐานของ Linear networks ซึ่งเกี่ยวข้องกับ priority function approach

Benjamin (9) อธิบายวิธีการจัดแผนงานทรัพยากรของงานก่อสร้าง และการจัดส่งเครื่องมือ และรายงานว่า Minimum-LST heuristic เป็นวิธีที่ดีที่สุด Strobl (10) พิจารณาการใช้งานของ Resource leveling และ Constrained-resource scheduling ด้วยโปรแกรม IBM PMS ซึ่งใช้กับงานของ Austrian bank

ในปี 1966 L.G. Fendley (11) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของ 8 heuristics ที่ต่างกัน เช่น shortest job first, minimum slack first เป็นต้น สำหรับการจัดแผนงาน multiple on-going projects โดยทดสอบ 8 โครงการ ที่มี 20 งาน ใช้ทรัพยากร 3 ชนิด ในการจัดลำดับถึงผลลัพธ์ที่ได้ โดยมีข้อกำหนด (criteria) 8 ข้อ เช่น mean rank slippage, idle resource เป็นต้น ซึ่งจากผลการทดสอบ จะได้ว่าวิธี minimum slack first เป็นวิธีที่ดีที่สุดจากข้อกำหนด 4 ใน 8 ข้อเหล่านี้

ในปี 1968 Crowston (12) ได้ทดสอบ 9 heuristics ที่ต่างกัน ในชุดของ 65 โครงการที่มีขนาด 40-230 งาน โดยมีทรัพยากร 3 ชนิด ซึ่งเทียบผลลัพธ์ใน

รูปของระยะเวลาโครงการเพิ่มน้อยที่สุด โดยสรุปจากผลทดสอบว่า minimum-LST heuristic เป็นวิธีที่ดีที่สุด

Patterson (13) ได้ทดสอบ 5 heuristics กับ multi-project ซึ่งประกอบด้วย 34 R & D projects มี 6-30 งานต่อโครงการ และมีทรัพยากร 13 ชนิดต่องานหนึ่ง ซึ่งแต่ละแผนงานที่ได้ วัตถุประสงค์จากระยะเวลาโครงการที่เพิ่มขึ้น ตัวถ่วงน้ำหนักของระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสัดส่วนกับขนาดของโครงการ และการใช้ประโยชน์ (utilization) จากทรัพยากร ซึ่งสรุปจากผลทดสอบได้ว่า "Shortest job first" เป็นวิธีที่ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาโครงการที่เพิ่ม ขณะเดียวกัน "Minimum slack" เป็นวิธีที่ดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับค่าถ่วงของระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น

ในการพัฒนาวิธีในส่วนของ optimal procedures เป็นไปได้ช้า ซึ่ง Kelley ได้ให้เหตุผลโดยสรุปว่า ในการกำหนดรูปแบบ (formulate) resource loading problem โดยทางคณิตศาสตร์เป็นเรื่องยาก เพราะไม่มีลักษณะ (criteria) ที่ชัดเจน ในการใช้งานทรัพยากรที่เหมาะสม Brand, Meyer and Shaffer (7) ได้สรุปในปี 1964 ว่า ไม่มีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่จะใช้ในการจัดแผนงานโครงการ ภายใต้ข้อจำกัดของทรัพยากร ซึ่งจะมีเฉพาะแต่วิธีของ heuristics เท่านั้น

Wiest (2) ศึกษาถึง Integer LP formulation สำหรับทรัพยากรที่จำกัด ในปัญหาการลดระยะเวลา (duration-minimization) ซึ่งได้ปรับปรุงจากรูปแบบของ Bowman (14) และเสนอว่า วิธีการนี้ ไม่สามารถจะใช้งานได้ดีกับโครงการขนาดใหญ่ เช่น โครงการที่มี 55 งาน มีทรัพยากร 4 ชนิด จะต้องมีการข้อจำกัด 6,870 สมการ และมีตัวแปร 1,650 ตัวแปร Hadley (15) ได้เสนอ Integer LP formulation โดยมีวัตถุประสงค์คือ การลดค่าใช้จ่ายทั้งหมดของโครงการ รวมถึงค่าใช้จ่ายในการใช้ทรัพยากรใน เวลาปกติ และล่วงเวลา และค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนระดับการใช้งาน ของทรัพยากรวันต่อวัน และให้ความเห็นว่า ในปัญหาจริง จำนวนของข้อจำกัดจะมีมาก ซึ่งทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ลำบากมาก อย่างไรก็ตาม สามารถที่จะจัดรูปแบบ (formulate) ปัญหาเป็น Integer programming



Brand, Meyer and Shaffer (7) ในปี 1964 ได้ทดสอบตัวอย่างการใช้ งาน integer LP กับ multi-resource ในปัญหาการลดระยะเวลา ซึ่งประกอบด้วย 14 งาน ใช้ทรัพยากร 0 หรือ 1 หน่วย ของทรัพยากร 3 ชนิด จะได้สมการข้อจำกัด 57 สมการ ตัวแปร 33 ตัวแปร โดยใช้กับเครื่อง IBM 7094 ซึ่งใช้เวลาในการประมวลผล 4.9 นาที Wagner, Giglio and Glaser (9) ในปี 1964 เสนอ integer LP formulation ซึ่งแสดงในเทอมของ multi-project scheduling ภายใต้อุปกรณ์ของกำลังคน (manpower)

ในปี 1969 Pritsker, Watters and Wolfe (17) ได้เสนอ new integer LP approach สำหรับ multi-project ภายใต้อุปกรณ์ที่จำกัด โดยแสดง การใช้งานกับ objective functions 3 แบบ ซึ่งกำหนดให้มี job splitting, substitution of resource and variability of period resource requirement ตัวอย่างที่ทดสอบมี 3 โครงการ ประกอบด้วยงาน 8 งาน และทรัพยากร 3 ชนิด และเปรียบเทียบผลกับการใช้วิธีของ heuristics จากผลการจัดสมการมี 33 ตัวแปร และสมการข้อจำกัด 37 สมการ เปรียบเทียบกับการจัดสมการของ Bowman ที่มี 72 ตัวแปร มีสมการข้อจำกัด 125 สมการ ระยะเวลาการคำนวณโดยเครื่อง IBM 7044 ใช้เวลา 2.3 นาที Norden (18) ได้เสนอรูปแบบ ในการทำ resource leveling ใหม่โดยการ ใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์กับ resource profile ในปี 1966 Carruthers and Battersby (19) เสนอวิธีของ dynamic programming กับ ทรัพยากรที่จำกัด

Chu (20) ได้เสนอการใช้ S-curve ในการทำ Resource leveling Vellore (21) ได้ใช้วิธี Least Sum of Square โดยทำเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่ง ใช้ค่าของ Weighted integer multipliers ในการคำนวณ Resource leveling Law and Lach (22) ใช้วิธีของ Heuristics โดยให้งานทุกงานเริ่มทำงานเร็วที่สุด และ จัดทรัพยากรให้กับงานที่มี Float น้อยที่สุด Dykes (23) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธี ของ Heuristic และ Least Square ในการทำ Resource scheduling