

บทที่ 2

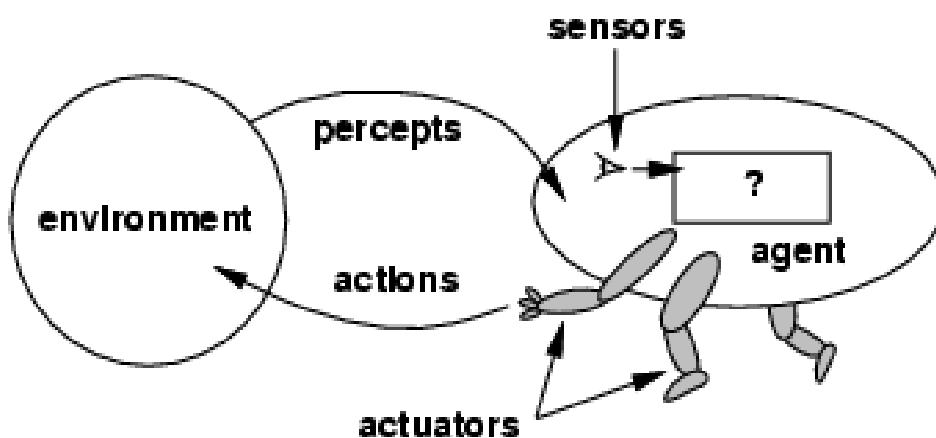
เอเจนต์ฉลาด

(Intelligent Agents)

จากบทที่ 1 จะเห็นว่าแนวคิดในการสร้างเอเจนต์ที่มีเหตุผล (Rational agents) เป็นงานชิ้นสำคัญของปัญญาประดิษฐ์ ในบทนี้จะได้นำแนวคิดนี้มาขยายให้เห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้นว่าจะนำแนวคิดของควมมีเหตุผลมาพัฒนาอย่างไร จึงจะทำให้สามารถออกแบบเอเจนต์ที่มีเหตุผลได้สำเร็จ และทำให้เกิดระบบที่เฉลียวฉลาดขึ้นได้

2.1 เอเจนต์และสภาพแวดล้อม

เอเจนต์ คือ สิ่งใด ๆ ก็ตามที่สามารถรับรู้สภาพแวดล้อมของตนเองได้โดยใช้เซ็นเซอร์ (Sensors) และมีการกระทำต่อสภาพแวดล้อมโดยใช้แอกชูเอเตอร์ (Actuators) แสดงภาพของเอเจนต์ได้ดังรูปที่ 2.1 แอกชูเอเตอร์



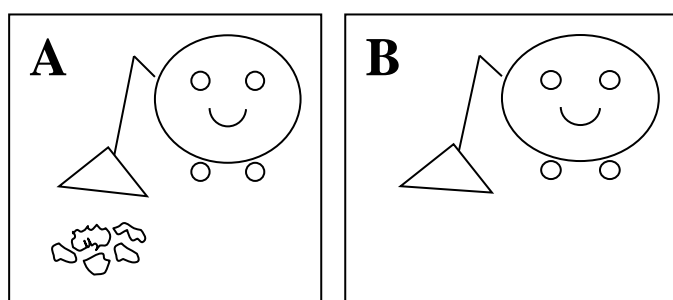
รูปที่ 2.1 เอเจนต์ติดต่อกับสภาพแวดล้อมโดยผ่านเซ็นเซอร์และแอกชูเอเตอร์

ตัวอย่างเช่นถ้าเอเจนต์เป็นมนุษย์ เซ็นเซอร์ที่เอเจนต์ใช้ได้แก่ ตา หู และอวัยวะอื่นๆ ที่ใช้ในการรับรู้ ส่วนแอกชูเอเตอร์ได้แก่ มือ เท้า แขน ขา ปาก และอวัยวะส่วนอื่นๆ ของร่างกายที่ใช้แสดงออกกับกิริยา ถ้าเอเจนต์เป็นหุ่นยนต์ เซ็นเซอร์ที่เอเจนต์ใช้อาจจะเป็นกล้องถ่ายรูป หรือเครื่องมือตรวจหาโดยอินฟราเรด และใช้มอเตอร์ต่างๆ เป็นแอกชูเอเตอร์ ส่วนเอเจนต์ที่เป็นโปรแกรมจะใช้

อินพุตที่เกิดจากการเคาะคีย์บอร์ด ข้อมูลที่เก็บในแฟ้มข้อมูล และข้อมูลที่ส่งมาทางเน็ตเวิร์คเป็น อินพุตหรือเซ็นเซอร์ที่รับรู้ได้ และมีการแสดงออกเพื่อตอบรับต่อสภาพแวดล้อมได้โดยการแสดงผล บนหน้าจอ หรือส่งข่าวสารออกไปทางเน็ตเวิร์ค ซึ่งถือว่าเป็นแอกชูเอเตอร์

สิ่งที่เอเจนต์รับรู้จากทางเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เหล่านี้เรียกโดยทั่วไปว่าเพอร์เซ็ป (Percept) เอเจนต์จะรับเพอร์เซ็ปจำนวนมากเข้ามาเป็นชุดที่ต่อเนื่องกัน เรียกว่าลำดับเพอร์เซ็ป (Percept sequence) การกระทำใด ๆ ของเอเจนต์ในขณะใดขณะหนึ่งขึ้นอยู่กับลำดับเพอร์เซ็ปที่เอเจนต์นั้น รับเข้ามา เอเจนต์จะพิจารณาจากลำดับเพอร์เซ็ปว่าเกิดเหตุการณ์อะไรขึ้นบ้างภายใน สภาพแวดล้อมที่เอเจนต์กำลังเป็นอยู่ แล้วตัดสินใจว่าในสถานการณ์เช่นนั้น เอเจนต์ควรตัดสินใจ ทำอย่างไร แล้วจึงมีการกระทำตอบรับเหตุการณ์นั้นอย่างสมเหตุสมผล กล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า การกระทำของเอเจนต์นั้นเป็นไปตามฟังก์ชันที่จับคู่ (Mapping) ระหว่างลำดับเพอร์เซ็ป กับการกระทำ (Action)

ตัวอย่างง่าย ๆ ที่แสดงภาพของเอเจนต์ดังกล่าวได้แก่เครื่องดูดฝุ่นที่แสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โลกของเครื่องดูดฝุ่นซึ่งมีเพียง 2 แบบเท่านั้น

ตัวอย่างของเอเจนต์ต่าง ๆ ในเรื่องของ AI นั้นนิยมเรียกว่าโลกของเอเจนต์นั้น ๆ เพื่อจำลอง รูปแบบของสิ่งนั้นขึ้นมาพร้อมกับสภาพแวดล้อมของเอเจนต์ เช่นตัวอย่างโลกของเครื่องดูดฝุ่น โลกดังกล่าวเป็นเพียงโลกจำลองขนาดเล็กเท่านั้น แสดงถึงเอเจนต์เครื่องดูดฝุ่นแบบง่ายเพื่อให้ สามารถบรรยายทุกสิ่งที่เกี่ยวข้องได้ และเป็นโลกที่สร้างขึ้นมาเอง ดังนั้นเอเจนต์จะถูกประดิษฐ์ ขึ้นให้มีรูปแบบหลากหลายเช่นใดก็ได้ โลกเฉพาะของเครื่องดูดฝุ่นนี้มีลักษณะ 2 แบบ ตามที่เห็น ในรูปที่ 2.2 คือช่อง A และช่อง B เอเจนต์ในที่นี้คือเครื่องดูดฝุ่น มีการรับรู้ว่าตัวอยู่ในช่องไหน และ ช่องนั้นมีฝุ่นสกปรกหรือไม่ สามารถเลือกการกระทำว่าจะขยับไปทางซ้าย (Left) ขยับไปทางขวา (Right) ดูดฝุ่น (Suck) ฟังก์ชันการทำงานง่าย ๆ เป็นดังนี้คือ ถ้าช่องที่เอเจนต์อยู่ขณะนั้นสกปรก เอเจนต์ต้องดูดฝุ่น ไม่เช่นนั้นก็เลื่อนไปอีกช่องหนึ่ง ฟังก์ชันการทำงานของเอเจนต์แสดงได้ดังนี้

Percept sequence	Action
[A, Clean]	Right
[A, Dirty]	Suck
[B, Clean]	Left
[B, Dirty]	Suck
[A, Clean], [A, Clean]	Right
[A, Clean], [A, Dirty]	Suck
.	.
.	.
.	.
[A, Clean], [A, Clean], [A, Clean]	Right
[A, Clean], [A, Clean], [A, Dirty]	Suck
.	.
.	.
.	.

2.2 ความมีเหตุผลที่ก่อให้เกิดพฤติกรรมฉลาด

เอเจนต์ที่มีเหตุผล หรือ Rational agent คือเอเจนต์ที่ทำงานในสิ่งที่ถูกต้อง เช่น ถ้าให้ลำดับเพอร์เซ็ปมาแล้วถามว่าจะต้องใช้การกระทำใด เอเจนต์จะสามารถเลือกการกระทำที่ควรทำได้ถูกต้อง คำถามที่มักจะพบเสมอ ๆ คือ อย่างไรก็ตามการกระทำที่ถูกต้อง ความหมายโดยคร่าว ๆ ของการกระทำที่ถูกต้องหมายถึงการกระทำที่ทำให้เอเจนต์ประสบความสำเร็จมากที่สุด ความสำเร็จต้องสามารถวัดได้ และเมื่อนำมารวมกันกับสภาพแวดล้อม เซ็นเซอร์ และแอคชูเอเตอร์ของเอเจนต์แล้ว ทั้งหมดนี้จะเป็นตัวบรรยายลักษณะงานที่เอเจนต์ต้องกระทำ และนำไปสู่ความหมายของคำว่ามีเหตุผลหรือ Rational ที่ชัดเจนมากขึ้น

2.2.1 การวัดสมรรถนะ (Performance measures)

เกณฑ์ที่ใช้เป็นมาตรวัดความสำเร็จของการกระทำของเอเจนต์เรียกว่า การวัดสมรรถนะ (Performance measure) เมื่อเอเจนต์เข้ามาอยู่ภายในสภาพแวดล้อมแล้ว เอเจนต์จะสร้างลำดับของการกระทำขึ้นมาชุดหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่กับเพอร์เซ็ปทั้งหลายที่เอเจนต์ได้รับมา ลำดับของการกระทำชุดนี้ทำให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปสู่สถานะ (State) ต่าง ๆ ตามแต่ว่าการกระทำนั้นจะเป็นอะไรและก่อให้เกิดผลอย่างไร ถ้าสถานะเหล่านั้นเป็นที่น่าสนใจ แสดงว่า

เอเจนต์ทำได้ดีแล้ว เกณฑ์วัดนี้ไม่เหมือนกันสำหรับแต่ละเอเจนต์ การถามว่าเอเจนต์พอใจกับความสามารถของตนแล้วหรือไม่อาจจะเป็นสิ่งที่ทำไม่ได้ เพราะบางเอเจนต์ตอบไม่ได้ บางเอเจนต์อาจไม่ตอบตรงกับความสามารถของตัวเอง เช่นเอเจนต์ที่เป็นมนุษย์อาจจะเป็นพวก "อู้งานเปรี้ยว" แต่เดิมเห็นว่าการได้รับรางวัลที่ 1 เป็นเกณฑ์ที่บอกความสำเร็จของตน แต่เมื่อทำไม่ได้ เพราะมีความสามารถไม่เพียงพอ ก็กลับบอกว่าการได้รางวัลนั้นไม่ใช่สิ่งที่ตนพึงพอใจเลย ดังนั้น การกำหนดเกณฑ์วัดจึงควรเป็นไปตามที่ผู้ออกแบบการสร้างเอเจนต์เป็นผู้กำหนดให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสร้างเอเจนต์นั้น

จากตัวอย่างเครื่องดูดฝุ่นที่กล่าวมาแล้ว อาจจะทดลองออกแบบให้เกณฑ์วัดเป็นจำนวนฝุ่นหรือสิ่งสกปรกที่เครื่องดูดฝุ่นรวบรวมมาได้ภายในระยะเวลาการทำงานกะหนึ่ง จำนวนสิ่งสกปรกยิ่งมากก็ยิ่งดี แต่สำหรับเอเจนต์ที่มีเหตุผล อาจจะพยายามเพิ่มจำนวนฝุ่นโดยดูดฝุ่นนับได้จำนวนหนึ่ง แล้วเทกลับลงบนพื้น แล้วดูดฝุ่นอีก นับจำนวน แล้วเทกลับลงพื้นใหม่ ทำเช่นนี้หลายครั้งก็จะได้จำนวนสิ่งสกปรกมาก แต่ไม่เป็นตามวัตถุประสงค์ ถ้าเปลี่ยนเกณฑ์วัดให้ดีขึ้นกว่านี้ โดยให้รางวัลกับเอเจนต์แทน เช่นแบ่งพื้นที่เป็นส่วนแล้วให้คะแนนแก่เอเจนต์ตามจำนวนส่วนที่สะอาดในขณะเวลาหนึ่ง ๆ น่าจะดีกว่า สรุปคือ การตั้งเกณฑ์วัดไม่ควรเป็นไปตามที่คิดว่าเอเจนต์ควรทำอะไร แต่ควรขึ้นอยู่กับว่าเราต้องการให้สภาพแวดล้อมเป็นอย่างไรมากกว่า

การที่มีเหตุผลได้ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ 4 ประการคือ

1. เกณฑ์การวัดสมรรถนะที่ใช้กำหนดระดับของความสำเร็จ
2. ความรู้ที่เอเจนต์รู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม
3. การกระทำที่เอเจนต์สามารถกระทำได้
4. ลำดับเพอร์เซ็ปของเอเจนต์ที่มีตั้งแต่แรกจนถึงขณะเวลานั้น

จากที่กล่าวมาแล้วจึงขอให้นิยามคำว่าเอเจนต์ที่มีเหตุผลอีกครั้งหนึ่งดังนี้

เอเจนต์ที่มีเหตุผล (Rational agent) หมายถึง เอเจนต์ที่สามารถเลือกการกระทำที่จะทำให้การวัดสมรรถนะมีค่าสูงสุด โดยใช้ลำดับเพอร์เซ็ปทั้งหมดที่เกิดขึ้น รวมกับความรู้เดิมของเอเจนต์มาช่วยพิจารณา

พิจารณาตัวอย่างของเครื่องดูดฝุ่นแบบง่ายที่จะทำความสะอาดในช่องที่สกปรก และขยับไปยังอีกช่องหนึ่งถ้าช่องเดิมนั้นไม่สกปรก เอเจนต์ตัวนี้จะเป็นเอเจนต์ที่มีเหตุผลหรือไม่ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอีกหลายอย่าง เช่น ต้องรู้ว่าเกณฑ์การวัดสมรรถนะที่ตั้งไว้คืออะไร สภาพแวดล้อมมีลักษณะอย่างไร เอเจนต์มีเซ็นเซอร์ และแอคชูเอเตอร์อะไรบ้างหรือไม่ สมมุติว่ากำหนดให้มีสิ่งต่อไปนี้คือ

1. เกณฑ์การวัดสมรรถนะ ให้คะแนนหนึ่งคะแนนเมื่อมีช่องสะอาด 1 ช่องในแต่ละช่วงเวลา
 2. รู้ลักษณะของสภาพแวดล้อมตามแบบในรูปที่ 2.2 แต่ไม่รู้ว่ามีฝุ่นกระจายอยู่ในช่องใดบ้าง และไม่รู้ว่ามีช่องเริ่มต้นอยู่ที่ช่องใด แต่รู้ว่าช่องที่สะอาดแล้วจะไม่กลับมาสกปรกอีก และรู้ว่าถ้ามีการดูดฝุ่นที่ช่องใดจะทำให้ช่องนั้นสะอาด การกระทำ Left, Right ทำให้เอเจนต์เคลื่อนไปยังช่องซ้าย ขวา ยกเว้นถ้าการกระทำนั้นจะทำให้เอเจนต์หลุดออกไปนอกสภาพแวดล้อม ในกรณีนั้นเอเจนต์จะหยุดอยู่กับที่
 3. การกระทำที่เอเจนต์สามารถทำได้มีเพียง Left, Right, Suck, และ NoOp (ไม่ทำอะไรเลย) เท่านั้น
 4. เอเจนต์รับทราบตำแหน่งที่อยู่ของตนอย่างแน่ชัด และรู้ว่าช่องตำแหน่งนั้นสกปรกหรือไม่
- ภายใต้สภาพเหตุการณ์ที่กำหนดให้เช่นนี้ เอเจนต์เครื่องดูดฝุ่นถือว่าเป็นเอเจนต์ที่มีเหตุผล เนื่องจากมีปัจจัยครบทั้ง 4 ข้อสำหรับการเป็นเอเจนต์ที่มีเหตุผล

2.3 ลักษณะของสภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อมเป็นที่อยู่ของเอเจนต์ เป็นสิ่งที่ก่อปัญหาให้เอเจนต์ต้องหาหนทางแก้ไข และมีผลต่อการออกแบบเอเจนต์ที่เหมาะสม

2.3.1 การกำหนดสภาพแวดล้อมของงาน (Task environment)

จากตัวอย่างเอเจนต์เครื่องดูดฝุ่นแบบง่าย สิ่งที่ต้องกำหนดได้แก่ เกณฑ์การวัดสมรรถนะ สภาพแวดล้อม (Environment) แอคชูเอเตอร์ และเซ็นเซอร์ของเอเจนต์ ทั้งหมดนี้รวมกันคือสภาพแวดล้อมในงาน (Task environment) การบรรยายสภาพแวดล้อมของงานโดยอ้างอิงข้อกำหนดต่าง ๆ เหล่านี้ เรียกเป็นคำย่อว่า PEAS (Performance measure, Environment, Actuators, Sensors)

สมมติตัวอย่างเป็นรถแท็กซี่อัตโนมัติ (เป็นเทคโนโลยีที่สมมติขึ้น) การบรรยาย PEAS สำหรับสภาพแวดล้อมในงานของรถแท็กซี่ได้แก่

เกณฑ์การวัดสมรรถนะ ได้แก่ ความปลอดภัย ความรวดเร็ว การกระทำถูกกฎหมาย (กฎจราจร) ความสะดวกสบายในการเดินทาง การทำรายได้สูงสุด

สภาพแวดล้อม ได้แก่ ถนน รถคันอื่น คนเดินเท้า ลูกค้า

แอคชูเอเตอร์ ได้แก่ พวงมาลัย คันเร่ง เบรก แตร จอแสดงผล

เซ็นเซอร์ ได้แก่ กล้องถ่ายรูป โซนาร์ มิเตอร์วัดความเร็ว GPS มาตรวัดต่าง ๆ คีย์บอร์ด

การบรรยาย PEAS เริ่มจากเกณฑ์การวัดสมรรถนะ ซึ่งเป็นสิ่งที่ใช้วัดว่าต้องการให้เอเจนต์มีวัตถุประสงค์ที่ตรงตามความปรารถนาอย่างไร คุณภาพของรถแท็กซี่ที่ต้องการนั้นคือการไปถึงที่หมายอย่างถูกต้องไม่หลงทาง ประหยัดเชื้อเพลิงให้มากที่สุด ใช้ระยะเวลาเดินทางน้อย รวมถึงค่าใช้จ่ายต้องน้อยที่สุดด้วย ไม่ผิดกฎหมาย และไม่รบกวนผู้ขับขี่รถยนต์อื่น การขับขึ้นและลงโดยสารยานพาหนะมีความปลอดภัย ผู้โดยสารได้รับความสะดวกสบาย ทำรายได้ให้มากที่สุด จะเห็นว่าสิ่งที่ต้องการเหล่านี้บางข้อขัดแย้งกัน จึงต้องเลือกได้อย่างเสียอย่าง

สภาพแวดล้อมในการขับรถแท็กซี่ต้องเผชิญคือความหลากหลายของถนน เส้นทางที่ใช้ (การบังคับเส้นทางเดียว หรือตรอกซอกซอยต่าง ๆ ในถนน) ในถนนมีทั้งคนเดินเท้า สุนัข หรือแมวที่วิ่งอยู่ข้างถนน หรือแม้แต่บนถนน งานสร้างซ่อมแซมถนน รถตำรวจ อาจพิจารณาสภาพเฉพาะหากต้องการความอ่อนตัวสูง เช่น ถ้านำไปใช้ในเมื่องหนาว อาจมีหิมะตก ถ้าอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกาหรือประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว รถวิ่งถนนด้านขวา ดังนั้นจะเห็นว่าถ้าจำกัดลักษณะของสภาพแวดล้อมให้มากขึ้นเท่าใด การออกแบบเอเจนต์ก็ง่ายขึ้นเท่านั้น

แอกชูเอเตอร์ เครื่องมือที่ใช้เพื่อการทำงานของรถแท็กซี่อัตโนมัติเป็นเช่นเดียวกันกับคนขับแท็กซี่ที่เป็นมนุษย์ กล่าวคือ ควบคุมเครื่องยนต์ผ่านคันเร่ง เบรก และพวงมาลัย นอกจากนั้นยังต้องมีการควบคุมผ่านจอแสดงผล และเครื่องส่งเคราะห์เสียง เพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารกับผู้โดยสาร และอาจจะสื่อสารกับพาหนะคันอื่นอีกก็ได้

เซ็นเซอร์ เรื่องพื้นฐานที่รถแท็กซี่จำเป็นต้องมีคือเครื่องมือสำหรับบอกตำแหน่งให้รถรู้ว่าตนเองกำลังวิ่งอยู่ที่ใดบนถนน และใช้ความเร็วเท่าไร จึงควรมีกัล้องบันทึภาพ และมาตรวัดต่าง ๆ เพื่อควบคุมพาหนะได้อย่างเหมาะสม เทคโนโลยีที่ทันสมัยในปัจจุบันใช้ GPS (Global positioning system) เพื่อบอกตำแหน่งรถได้อย่างถูกต้อง โดยใช้พร้อมกับแผนที่อิเล็กทรอนิกส์ มีอินฟราเรดหรือโซนาร์จับสัญญาณรถหรือสิ่งกีดขวางในระยะไกล รวมถึงมีคีย์บอร์ดหรือไมโครโฟนเพื่อติดต่อถามจุดหมายปลายทางกับผู้โดยสารด้วย

ตัวอย่างเอเจนต์และการบรรยาย PEAS พื้นฐานแสดงได้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของเอเจนต์และการบรรยาย PEAS ของเอเจนต์

เอเจนต์	การวัด สมรรถนะ	สภาพแวดล้อม	แอคชูเอเตอร์ (ในเทอมของ การทำงาน)	เซ็นเซอร์ (ในเทอมของ การทำงาน)
ระบบวินิจฉัยโรค	คนไข้มีสุขภาพ แข็งแรง ค่าใช้จ่ายต่ำสุด ถูกกฎหมาย	คนไข้ โรงพยาบาล เจ้าหน้าที่	จอแสดงคำถาม การตรวจสอบ การวินิจฉัย การรักษา	ป้อนข้อมูล เกี่ยวกับอาการ คนไข้ สิ่งที่ค้นพบ เพิ่มเติม คำตอบ ของคนไข้ (ผ่าน คีย์บอร์ด)
ระบบวิเคราะห์ ภาพถ่ายจาก ดาวเทียม	การแยกประเภท ของภาพที่ ถูกต้อง	การเชื่อมต่อที่ส่ง มาจากดาวเทียม ในวงโคจร	แสดงประเภท ของภาพ	จุดภาพของสี (Color pixel arrays)
หุ่นยนต์หยิบ ชิ้นส่วนอะไหล่	เปอร์เซ็นต์ของ ชิ้นส่วนอะไหล่ใน ถาดที่ถูกต้อง	สายพานลำเลียง อะไหล่ ถาดใส่อะไหล่	มือกล แขนกล	กล้องถ่ายรูป เซ็นเซอร์วัด
เครื่องควบคุม การกลั่น	ความบริสุทธิ์ จำนวนผลผลิต ความปลอดภัย	โรงกลั่น การดำเนินการ	วาล์ว ปัมป์ เครื่องทำความ ร้อน จอแสดงภาพ	อุณหภูมิ ความดัน เซ็นเซอร์ทางเคมี
ติวเตอร์วิชา ภาษาอังกฤษ	คะแนนสอบของ นักเรียนได้มาก ที่สุด	กลุ่มนักเรียน คณะกรรมการ สอบ	จอแสดงผล สำหรับ แบบฝึกหัด ข้อเสนอแนะ แก้ไขที่ผิด	คีย์บอร์ดรับ ข้อมูลเข้า

2.3.2 คุณสมบัติของสภาพแวดล้อมในงาน (Task environment)

สภาพแวดล้อมในงานมีคุณสมบัติหลากหลายที่สามารถแบ่งแยกเป็นหมวดหมู่ได้ ดังนี้

2.3.2.1 Fully observable กับ Partially observable

สภาพแวดล้อมของงานจะมีลักษณะเป็น Fully observable ถ้าเอเจนต์มีเซ็นเซอร์ที่ทำให้เอเจนต์รับรู้สถานะของสภาพแวดล้อมที่ตัวเองอยู่ที่ขณะใดขณะหนึ่งได้ การเห็นสภาพแวดล้อมเช่นนี้สะดวกสบายต่อเอเจนต์เพราะเอเจนต์ไม่ต้องคอยติดตามดูหรือจับตามองการเปลี่ยนแปลงในโลก สภาพแวดล้อมอาจมีลักษณะ Partial observable ได้เนื่องจากเซ็นเซอร์ไม่มีความแม่นยำ หรือเพราะมีบางส่วนของสถานะขาดหายไปจากการรับข้อมูลของเซ็นเซอร์ ตัวอย่างเช่น เอเจนต์เครื่องดูดฝุ่นที่มีเฉพาะเซ็นเซอร์จับสิ่งสกปรกในช่องที่ตัวเองอยู่เท่านั้น แต่ไม่สามารถบอกได้ว่ามีฝุ่นสิ่งสกปรกอยู่ในช่องอื่นหรือไม่ หรือรถแท็กซี่อัตโนมัติที่ไม่รู้ว่าคนขับแท็กซี่คันอื่นคิดอะไรอยู่

2.3.2.2 Deterministic กับ Stochastic

ถ้าเอเจนต์รู้สถานะต่อไปของสภาพแวดล้อมได้โดยดูจากสถานะปัจจุบัน และตัดสินใจจากการกระทำของเอเจนต์ (Action ที่เอเจนต์กระทำลงไป) สภาพแวดล้อมจะเป็นแบบ Deterministic ถ้าไม่เช่นนั้นจะเป็น Stochastic สภาพแวดล้อมที่เป็นแบบ Partial observable มักจะเป็น Stochastic โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อนมาก ๆ ซึ่งไม่สามารถคอยจับตามองความเปลี่ยนแปลงได้ทุกเรื่อง ดังนั้นการตัดสินใจว่าจะเป็น Deterministic หรือ Stochastic ให้พิจารณาจากมุมมองของเอเจนต์ผู้เดียวว่าเห็นเป็นอย่างไร รถแท็กซี่อัตโนมัติจึงเป็นแบบ Stochastic เพราะไม่สามารถทำนายลักษณะความเป็นไปของการจราจรได้ถูกต้องถ่วงแท้ การที่ขับรถไปแล้วเกิดยางล้อระเบิด หรือเครื่องยนต์เสียก็ไม่มีทางเตือนล่วงหน้า แต่โลกของเครื่องดูดฝุ่นตามที่บรรยายเอาไว้เป็นแบบ Deterministic

2.3.2.3 Episodic กับ Sequential

ในสภาพแวดล้อมของงานแบบ Episodic ประสิทธิภาพของเอเจนต์จะแบ่งออกเป็นภาคหรือส่วน (Episode) เล็ก ๆ แต่ละส่วนประกอบด้วยเพอร์เซ็ปของเอเจนต์และการกระทำของเอเจนต์หนึ่งแอกชัน ส่วนต่อไปของเอเจนต์ไม่มีความเกี่ยวข้องใด ๆ กับส่วนก่อนหน้า การเลือกแอกชันของเอเจนต์ในแต่ละส่วนขึ้นอยู่กับเรื่องในส่วนนั้น ๆ เท่านั้น ตัวอย่างเช่นเอเจนต์ที่มีหน้าที่หาชิ้นส่วนที่เสียในสายการผลิต (ชิ้นส่วนเคลื่อนมาตามสายพานทีละชิ้น) จะมีการตัดสินใจกับชิ้นส่วนในขณะนั้นเท่านั้น ไม่สนใจผลการตัดสินใจของชิ้นส่วนก่อนหน้า นอกจากนี้

การตัดสินใจในปัจจุบันไม่มีผลต่อการตัดสินใจกับขึ้นส่วนที่จะเลื่อนมาให้ดูเป็นอันดับต่อไปอีกด้วย สำหรับสภาพแวดล้อมแบบ Sequential มีลักษณะตรงกันข้าม นั่นคือการตัดสินใจในปัจจุบันมีผลต่อการตัดสินใจในอนาคตด้วย เช่นหมากรุก แท็กชีฮัตโนมิตี ซึ่งจะเห็นว่าทั้งสองกรณีนี้การกระทำที่เกิดขึ้นช่วงเวลาสั้น ๆ สามารถมีผลต่อเนื่องไปอีกเป็นระยะยาวได้ สภาพแวดล้อมแบบ Episodic จึงเป็นสภาพแวดล้อมที่ง่ายกว่าแบบ Sequential เพราะเอเจนต์ไม่จำเป็นต้องคิดล่วงหน้า

2.3.2.4 Static กับ Dynamic

ถ้าขณะที่เอเจนต์กำลังพิจารณาคุณสมบัติสภาพแวดล้อมอยู่ แล้วสภาพแวดล้อมนั้นเปลี่ยนแปลงได้ เรียกว่าสภาพแวดล้อมเป็น Dynamic สำหรับเอเจนต์นั้น แต่ถ้าสภาพแวดล้อมไม่เปลี่ยน จะเป็นแบบ Static แบบนี้จะง่ายเพราะเอเจนต์ไม่ต้องคอยสังเกตการเปลี่ยนแปลงของโลกในขณะที่ตัดสินใจเลือกการกระทำ ตรงกันข้าม สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงเสมอแบบ Dynamic จะต้องคอยถามเอเจนต์ตลอดเวลาว่าเอเจนต์ต้องการทำอะไรทราบเท่าที่เอเจนต์ยังไม่ตัดสินใจทำการกระทำใด ๆ แต่ถ้าสภาพแวดล้อมไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่เอเจนต์เปลี่ยนสมรรถนะ (Performance) ของตัวเอง อย่างนี้เรียกว่า Semidynamic ตัวอย่างรถแท็กชีฮัตโนมิตีเป็นแบบ Dynamic เพราะรถแท็กชีรวมถึงรถอื่นในถนนยังคงขับต่อไปเรื่อย ในขณะที่อัลกอริทึมของการขับรถเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ หมากรุกที่เล่นแบบจับเวลาเป็น Semidynamic ส่วนเกมปริศนาอักษรไขว้เป็นแบบ Static

2.3.2.5 Discrete กับ Continuous

คำว่า Discrete และ Continuous นำมาประยุกต์ใช้กับสถานะของสภาพแวดล้อม โดยตัดสินใจจากการจัดการด้านเวลา และยังนำมาใช้กับเพอร์เซ็ปและการกระทำของเอเจนต์ได้อีกด้วย เช่นเกมหมากรุกมีสถานะที่แตกต่างกันเป็นจำนวนจำกัด จึงเป็นสภาพแวดล้อมที่มีสถานะแบบ Discrete นอกจากนี้หมากรุกยังมีเพอร์เซ็ปและการกระทำเป็นเซตจำนวนจำกัดอีกด้วย การขับรถแท็กชีมีสถานะ Continuous เพราะความเร็วและตำแหน่งของรถเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะที่เป็นค่าต่อเนื่อง การกระทำของเอเจนต์ก็เช่นกัน เช่นการเปลี่ยนมุมของพวงมาลัยรถเป็นแบบต่อเนื่อง

ตัวอย่างของสภาพแวดล้อมของงานและคุณสมบัติของเอเจนต์ประเภทต่าง ๆ แสดงได้ตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงสภาพแวดล้อมในงานของเอเจนต์ต่าง ๆ

Task Environment	Observable	Deterministic	Episodic	Static	Discrete
Crossword puzzle	Fully	Deterministic	Sequential	Static	Discrete
Backgammon	Fully	Stochastic	Sequential	Static	Discrete
Refinery controller	Partially	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous
Interactive English tutor	Partially	Stochastic	Sequential	Dynamic	Discrete
Taxi driving	Partially	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous
Medical diagnosis	Partially	Stochastic	Sequential	Dynamic	Continuous
Image-analysis	Fully	Deterministic	Episodic	Semi-dynamic	Continuous
Part-picking robot	Partially	Stochastic	Episodic	Dynamic	Continuous

2.4 โครงสร้างของเอเจนต์

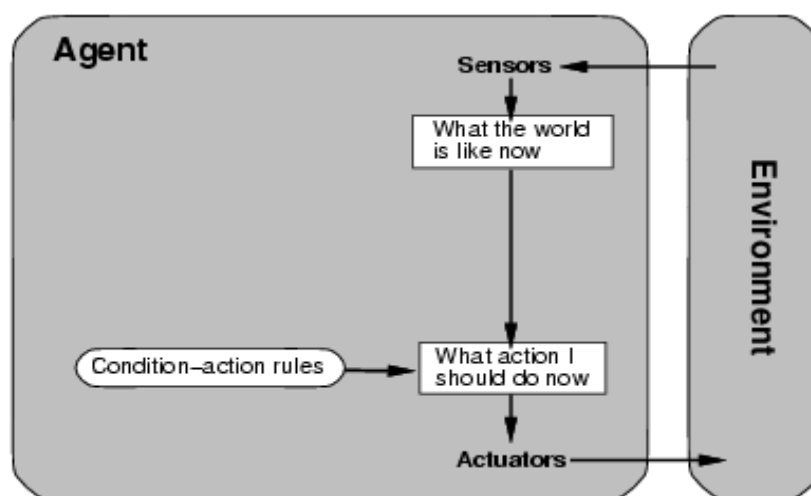
จากที่แล้วมาเราได้พิจารณาเอเจนต์โดยดูจากพฤติกรรมที่เอเจนต์แสดงออกหลังจากได้รับเพอร์เซ็ปต์แล้ว ต่อไปจะพิจารณาการออกแบบภายในบ้าง งานของ AI คือการออกแบบโปรแกรมเอเจนต์ที่ใช้ในการจับคู่ระหว่างเพอร์เซ็ปต์ กับการกระทำ โปรแกรมเช่นนี้ทำงานกับเครื่องจักรคำนวณที่ประกอบด้วยเซ็นเซอร์และแอคชูเอเตอร์ (ตัวเซ็นเซอร์และแอคชูเอเตอร์ถือว่าเป็นส่วนของสถาปัตยกรรมของ AI) โปรแกรมของเอเจนต์ในที่นี่มีโครงสร้างง่าย ๆ คือรับอินพุตเป็นเพอร์เซ็ปต์จากเซ็นเซอร์เท่าที่มีหรือหาได้ในขณะนั้น แล้วคืนค่าเอาต์พุตให้เป็น Action เพื่อให้แอคชูเอเตอร์กระทำ ระบบที่ฉลาดแทบทั้งหมดในปัจจุบันมีโปรแกรมรูปแบบพื้นฐานอยู่ 5 แบบ ดังนี้คือ

2.4.1 Simple reflex agents

Simple reflex agents เป็นเอเจนต์ชนิดที่เรียบง่ายที่สุด เอเจนต์เช่นนี้เลือกการกระทำโดยดูจากเพอร์เซ็ปในขณะนั้น ไม่สนใจเพอร์เซ็ปที่ผ่านมาแล้วในอดีต เช่นเครื่องดูดฝุ่นที่บรรยายมาแล้วเป็นเอเจนต์ประเภทนี้เพราะมีการตัดสินใจขึ้นอยู่กับพื้นฐานว่าขณะนั้นอยู่ในตำแหน่งช่องใด (ซ้ายหรือขวา) แล้วช่องนั้นมีสิ่งสกปรกหรือไม่ หรือตัวอย่างรถแท็กซี่อัตโนมัติ เมื่อรถคันหน้าเบรก จะมองเห็นไฟเบรกของรถคันหน้าแดงวาบขึ้น รถแท็กซี่อัตโนมัติก็จะเริ่มเบรกตาม เกิดเป็นความสัมพันธ์ว่า “รถคันหน้าเบรก เราต้องเริ่มเบรกด้วย” ความสัมพันธ์เช่นนี้นำมาใช้เป็นกฎเรียกว่า กฎเงื่อนไข-การกระทำ (Condition-action rule) เขียนได้ว่า

If car-in-front-is-braking then initiate-braking.

คุณสมบัติที่ดีของ Simple reflex agent คือความเรียบง่ายในการเลือกการกระทำ แต่เมื่อเป็นเช่นนี้เอเจนต์ก็มีความฉลาดจำกัดไปด้วย เอเจนต์จะทำงานเฉพาะเมื่อมีเพอร์เซ็ปตามที่กำหนดไว้แล้ว นั่นคือ สภาพแวดล้อมต้องเป็นแบบ Fully observable ดูตัวอย่างในรูปที่ 2.3



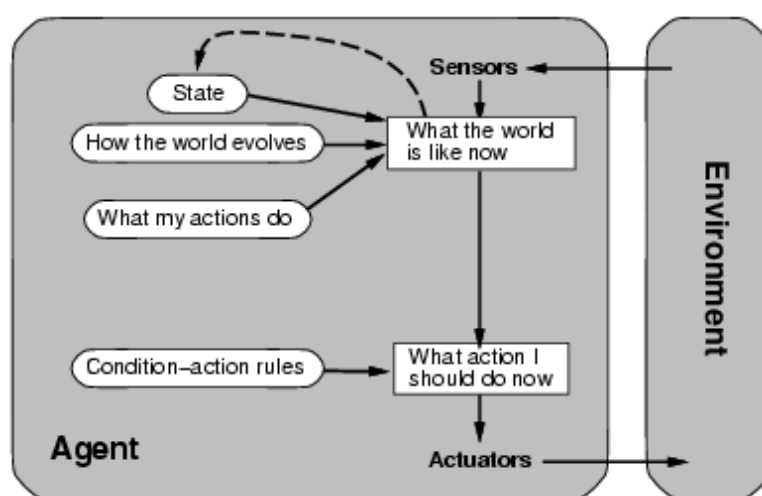
รูปที่ 2.3 แผนภาพของ Simple reflex agent

2.4.2 Model-based reflex agents

ถ้าสภาพแวดล้อมเป็นแบบ Partial observable วิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการจัดการของเอเจนต์คือให้เอเจนต์คอยจับตามองความเปลี่ยนแปลงของโลก (สภาพแวดล้อม) ตลอดเวลา นั่นคือ เอเจนต์จะคอยมองดูสถานะที่เรียกว่า Internal state ซึ่งเกิดจากสถานะที่ต่อเนื่องมาจากอดีต สถานะเหล่านี้จะช่วยสะท้อนให้เห็นภาพของสถานะในปัจจุบันได้ชัดเจนขึ้น เช่นตัวอย่างที่รถคันหน้าเบรก เอเจนต์อาจจะไม่สามารถบอกได้ว่ารถเบรก เพราะไฟรถปัจจุบันมี

ทั้งไฟเบรกกลางรถ ไฟท้าย ไฟเลี้ยว ซึ่งทำให้เอเจนต์จำแนกไม่ถูกว่านั่นคืออะไร ในกรณีนี้ internal state ได้แก่ภาพที่บันทึกโดยกล้องมาอย่างต่อเนื่องหลายเฟรม ทำให้เอเจนต์ตัดสินใจได้นั่นเป็นไฟประเภทใด หรือในการเปลี่ยนช่องทางเดินรถ เอเจนต์ต้องคอยมองตำแหน่งของรถคันอื่นอยู่เรื่อย ๆ เพราะไม่สามารถมองเห็นได้หมดในเวลาเดียว

การที่ข้อมูลที่เป็น Internal state จะได้รับการปรับปรุง (Update) อย่างสม่ำเสมอได้นั้น โปรแกรมของเอเจนต์ต้องมีความรู้ 2 เรื่องคือ เรื่องแรก ต้องรู้ว่าโลกมีความเกี่ยวข้องกับเอเจนต์อย่างไร เช่นรู้ว่าการที่รถคันหนึ่งอยู่ใกล้กับเอเจนต์มากขึ้นกว่าเมื่อครู่นี้ แปลว่ารถนั้นกำลังวิ่งเข้ามาหา เรื่องที่สองคือ รู้ว่าการกระทำของเอเจนต์ก่อให้เกิดผลอย่างไร เช่นรู้ว่ามีเมื่อเอเจนต์หมุนพวงมาลัยรถไปตามเข็มนาฬิกา หมายความว่าเอเจนต์กำลังเลี้ยวขวา หรือถ้าเอเจนต์ขับรถขึ้นไปทางทิศเหนือด้วยความเร็ว 60 กม./ชม.เป็นเวลา 5 นาที หมายความว่าเอเจนต์อยู่ห่างจากจุดเดิมเมื่อ 5 นาทีก่อนขึ้นไปทางทิศเหนือเป็นระยะทาง 5 กม. ความรู้เกี่ยวกับโลกเช่นนี้เรียกว่าโมเดลของโลก เอเจนต์ที่ใช้โมเดลเช่นนี้ในการตัดสินใจเรียกว่า Model-based reflex agent ดูตัวอย่างในรูปที่ 2.4

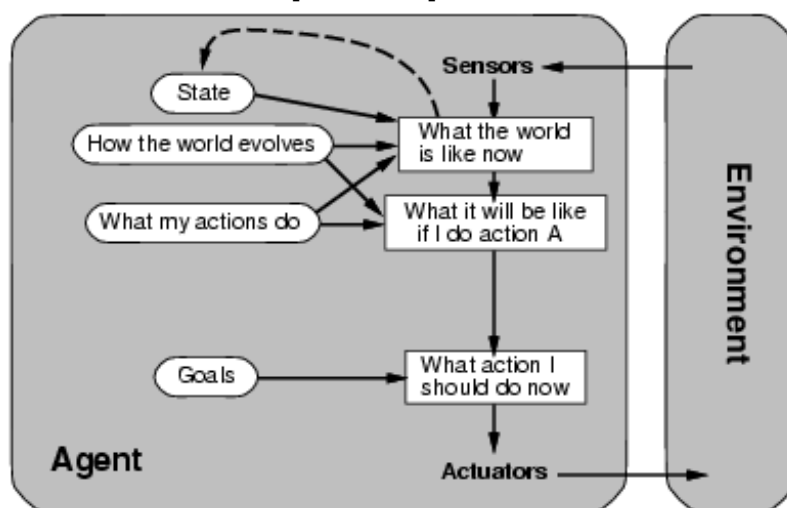


รูปที่ 2.4 แผนภาพของ Model-based reflex agent

2.4.3 Goal-based agents

การรู้แต่เพียงสถานะปัจจุบันของสภาพแวดล้อมยังไม่พอให้เอเจนต์ใช้ตัดสินใจว่าจะทำอะไร เช่นบนถนนตรงทางแยก เอเจนต์แท็กซี่อัตโนมัติมีการกระทำให้เลือกทั้งเลี้ยวซ้าย ขวา ตรงไป การตัดสินใจที่ถูกต้องขึ้นอยู่กับสถานที่ที่ต้องการไป กล่าวได้ว่า นอกเหนือจากสถานะปัจจุบัน (สถานที่อยู่ขณะนั้น) แล้ว เอเจนต์ยังต้องการใช้ข้อมูลเรื่องเป้าหมาย (Goal) มา

ประกอบการตัดสินใจอีกด้วย ในที่นี้เป้าหมายคือจุดหมายปลายทางของผู้โดยสาร โปรแกรมต้องรวบรวมข้อมูลว่าผลจากการเลือกการกระทำแต่ละทางจะมีทางใดทำให้รถเคลื่อนเข้าใกล้เป้าหมายได้ แล้วจึงเลือกกระทำทางนั้น ดูตัวอย่างในรูปที่ 2.5

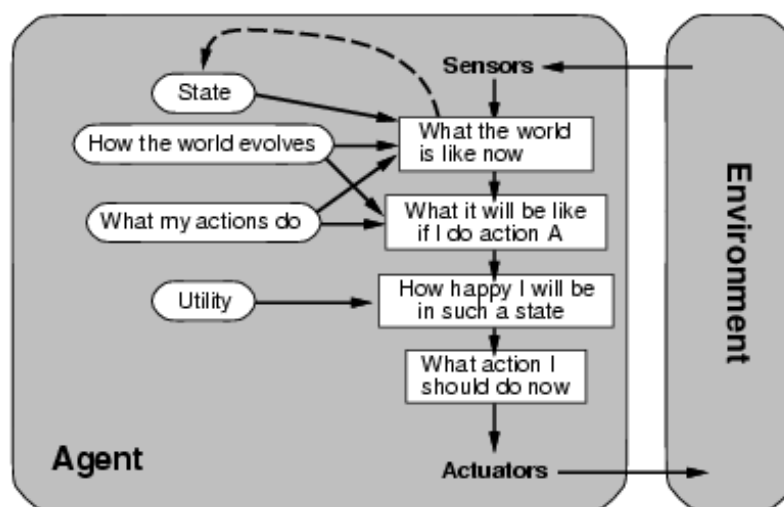


รูปที่ 2.5 แผนภาพของ Goal-based agent

2.4.4 Utility-based agents

บางครั้งเป้าหมายเพียงอย่างเดียวยังไม่พอให้เอเจนต์ใช้ตัดสินใจเพื่อให้เกิดพฤติกรรมที่ดีที่สุด เช่นการที่เอเจนต์แท็กซี่อัตโนมัติจะขับรถไปถึงจุดหมายได้ อาจมีการกระทำได้หลายวิธี ซึ่งต่างก็ทำให้ไปถึงจุดหมายทั้งสิ้น แต่บางวิธีถึงเร็วกว่า (เช่นไปทางลัด หรือขึ้นทางด่วน) บางวิธีปลอดภัยกว่า (เช่นไปตามถนนใหญ่ หรือไปเส้นทางที่จราจรไม่คับคั่ง ไม่มีรถบรรทุกวิ่ง) บางวิธีค่าโดยสารถูก หรืออาจจะได้รับความสะดวกสบายในการเดินทาง สิ่งเหล่านี้เป็นตัวบอกว่าการบรรลุเป้าหมายจะทำให้เอเจนต์พอใจเพิ่มมากขึ้นหรือไม่ ถ้าสถานะใดทำให้เอเจนต์พอใจได้มากกว่า สถานะนั้นมียูทิลิตี้ (Utility) สูงกว่าสถานะอื่น

ยูทิลิตี้ฟังก์ชัน (Utility function) เป็นฟังก์ชันที่ให้ค่าตัวเลขกับยูทิลิตี้ เกณฑ์วัดข้อใดที่ทำให้เอเจนต์พอใจมากจะมีค่านี้สูงเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจ ในกรณีที่บางครั้งเป้าหมายหลายอย่างขัดแย้งกัน เช่นความปลอดภัยกับความรวดเร็วเป็นสิ่งที่ไปด้วยกันไม่ได้ ก็ใช้ค่ายูทิลิตี้มาช่วย หรือบางครั้งเอเจนต์มีหลายเป้าหมาย แต่ไม่มีเป้าหมายใดที่รับประกันว่าจะบรรลุได้แน่นอน ยูทิลิตี้จะช่วยถ่วงน้ำหนักให้กับเป้าหมายที่เอเจนต์จะพึงพอใจมากกว่า เพื่อให้เอเจนต์ตัดสินใจในทางที่จะบรรลุเป้าหมายนั้น ดูตัวอย่างในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แผนภาพของ Utility-based agent

2.4.5 Learning agents

เอเจนต์ที่สามารถเรียนรู้ได้เป็นแนวคิดที่ดีที่สุดสำหรับงานหลายด้านของ AI การเรียนรู้มีข้อดีเพราะทำให้เอเจนต์สามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมที่ตนไม่รู้มาก่อน ดูแผนภาพของ Learning agent ได้ดังรูปที่ 2.7 แนวคิดของ Learning agent ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ข้อดังนี้

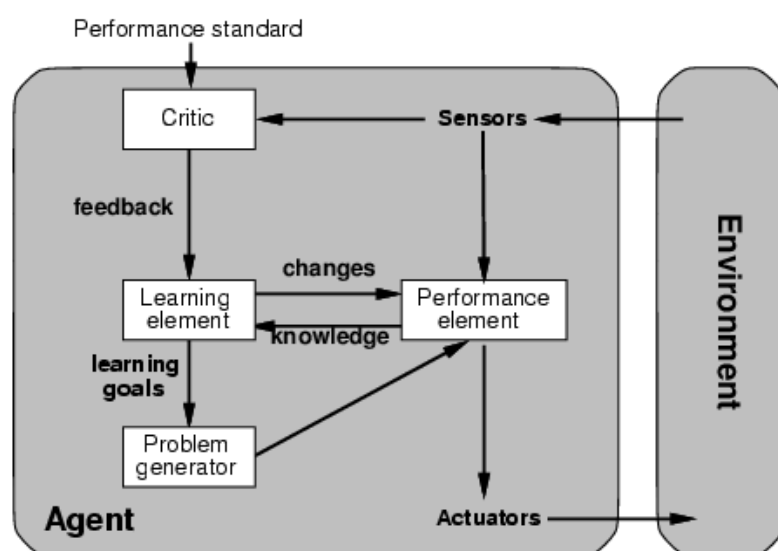
1. Learning element มีหน้าที่ทำให้มีการพัฒนา
2. Performance element มีหน้าที่เลือกการกระทำ ถ้าเป็นเอเจนต์แบบก่อน ๆ ส่วนนี้ก็คือเอเจนต์ทั้งเอเจนต์ ซึ่งจะรับฟอร์เซ็พแล้วตัดสินใจเลือกการกระทำ
3. Critic เป็นส่วนที่ให้ผลย้อนกลับ (Feedback) กับเอเจนต์ว่าเอเจนต์มีการกระทำดีแล้วหรือไม่ และหาว่า Performance element ควรจะทำอย่างไรเพื่อให้สามารถปรับปรุงพฤติกรรมให้ดีขึ้นในครั้งหน้า
4. Problem generator มีหน้าที่เสนอแนะการกระทำใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยทำมาก่อน เหมือนกับการสำรวจหนทางใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นการกระทำที่ไม่ใช่หนทางที่ดีที่สุด แต่อาจจะค้นพบในภายหลังว่าเป็นวิธีที่ดีกว่าทำการกระทำอื่นเมื่อดำเนินไปในระยะยาว

การออกแบบ Learning element ขึ้นอยู่กับการออกแบบ Performance element เป็นอย่างมาก เพราะปัญหาแรกของการสร้าง Learning agent ที่มีความสำคัญที่สุดไม่ใช่คำถามว่า จะทำให้เอเจนต์เรียนรู้ได้อย่างไร แต่เป็นคำถามที่ว่า เอเจนต์ต้องมี Performance element

แบบไหน จึงจะสามารถทำงานได้หลังจากที่เกิดการเรียนรู้แล้ว เมื่อออกแบบเอเจนต์ได้แล้ว กลไกของการเรียนรู้จะถูกสร้างขึ้นเพื่อปรับปรุงทุก ๆ ส่วนของเอเจนต์ได้

ส่วน Critic เป็นส่วนที่บอกกับเอเจนต์ว่าเอเจนต์ทำงานดีแล้วหรือไม่เมื่อเทียบกับสมรรถนะมาตรฐาน ส่วนนี้มีความจำเป็นเพราะว่าเพอร์เซ็ปต์เพียงอย่างเดียวไม่สามารถเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จของเอเจนต์ได้ ตัวอย่างเช่นโปรแกรมหมากรุกสามารถรับเพอร์เซ็ปต์บอกได้ว่าตัวเองกำลังรุกฆาตคู่ต่อสู้ แต่เรื่องนี้ต้องมีตัววัดสมรรถนะมาตรฐานที่บอกว่าเรื่องนี้เป็นการเล่นที่ดี ตัวเพอร์เซ็ปต์เพียงอย่างเดียวไม่สามารถบอกเรื่องนี้ได้ จึงต้องมีการปรับปรุงสมรรถนะเพิ่มขึ้น

ตัวอย่างของแท็กซีฮัตในมิติที่เป็น Learning agent องค์ประกอบส่วนที่เป็น Performance element จะประกอบด้วยความรู้ต่าง ๆ และกระบวนการในการขับรถ เมื่อแท็กซีขับออกไปบนถนน ก็ใช้ความรู้เหล่านี้เป็น Performance element ของตัวเอง ส่วน Critic สังเกตโลกและสภาพแวดล้อมและส่งข้อมูลกลับมาให้กับ Learning element เช่น หลังจากแท็กซีเลี้ยวซ้ายตัดผ่าน 3 เลนด้วยความรวดเร็ว Critic ก็รับข้อมูลได้ว่ามีคำด่ามาจากรถคันอื่น ๆ จากประสบการณ์เช่นนี้ Learning element สามารถสร้างกฎว่าการกระทำเช่นนี้ไม่ดี และมีการปรับปรุง Performance element โดยเพิ่มกฎใหม่ข้อนี้เข้าไป ส่วน Problem generator อาจจะจำแนกแยกแยะพฤติกรรมในครั้งต่อ ๆ มา เพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้นและเสนอแนวทางอื่นให้ทดลองนำมาใช้ เช่นทดลองเบรกเมื่ออยู่บนถนนอื่นและเมื่อพบเงื่อนไขอื่นที่ต่างออกไป ดูตัวอย่างในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แผนภาพของ Learning agent

แบบฝึกหัดบทที่ 2

1. เกณฑ์การวัดสมรรถนะ และยูติลิตี้ฟังก์ชัน มีส่วนที่เหมือนกันคือ ต่างก็เป็นตัววัดว่าเอเจนต์ทำงานได้ดีเพียงใด แต่ทั้งสองก็มีข้อแตกต่างกัน จงอธิบายว่าข้อแตกต่างนี้คืออะไร
2. จากตัวอย่างเอเจนต์เครื่องดูดฝุ่นที่ใช้ในบทนี้ จงแสดงว่าเอเจนต์นี้มีลักษณะเป็นเอเจนต์ที่มีเหตุผล (Rational agent) โดยอ้างอิงข้อสมมติฐานของเอเจนต์ที่มีเหตุผล
3. จงบรรยายการออกแบบ PEAS ของเอเจนต์ต่อไปนี้
 - 3.1 หุ่นยนต์เก็บตัวอย่างหินบนดาวอังคาร
 - 3.2 เอเจนต์ร้านหนังสือในอินเทอร์เน็ต (Internet book-shopping agent)
 - 3.3 หุ่นยนต์นักล่ากระต่าย จากเรื่องบักส์บันนี่ กระต่ายแสนกล (จากแบบฝึกหัดบทที่ 1)
4. สภาพแวดล้อมของเอเจนต์ในข้อ 3 มีลักษณะเป็นแบบใด เพราะเหตุใด
5. จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดหมากรุกจึงมีลักษณะของสภาพแวดล้อมในงานเป็นแบบ
 - 5.1 Observable
 - 5.2 Deterministic
 - 5.3 Episodic
 - 5.4 Static
 - 5.5 Discrete
6. จงบรรยายสภาพแวดล้อมในงานของเกม Sudoku (เกมเติมตัวเลขลงในช่อง โดยมีตารางขนาด 9x9 ช่อง แต่ละแถวแนวนอน และแนวดิ่งจะใส่ตัวเลขไม่ซ้ำกันตั้งแต่ 1-9 สำหรับในตารางย่อยขนาด 3x3 ก็มีเลข 1-9 ไม่ซ้ำเช่นเดียวกัน นนอ.สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากอินเทอร์เน็ต)