วารสารคณิตศาสตร์ MJ-MATh 61(689) May–Aug, 2016
โดย สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์
http://MathThai.Org MathThaiOrg@gmail.com

การประยุกต์ใช้ระบบมัลติเอเจนท์ สำหรับพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

Multi-Agent Application for E-Commerce

ภาคภูมิ ชัยนภาพร และ พรฤดี เนติโสภากุล
Phakphoom Chainapaporn[1] and Ponrudee Netisopakul[2]

Knowledge Management and Knowledge Engineering Laboratory
Faculty of Information Technology,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

Email: [1]chphakphoom@gmail.com [2]ponrudee@it.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ระบบมัลติเอเจนท์ (Multi-Agent System, MAS) ได้ถูกนำมาใช้ในพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Commerce, E-Commerce) มากยิ่งขึ้น เนื่องจากความสามารถในการทำงานได้เองอย่างอัตโนมัติ จึงเป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจของมนุษย์ระหว่างการทำธุรกรรมออนไลน์ เนื่องจากระบบ E-Commerce ในปัจจุบันนั้นประกอบด้วยข้อมูลจำนวนมาก และระบบมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นไม่ว่าจะเป็นในเรื่องในการหาสินค้าที่มีราคาและคุณภาพที่ตรงความต้องการของผู้ซื้อ และเรื่องของการเจรจาต่อรอง เป็นต้น ดังนั้น MAS จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกหนึ่งที่จะเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาดังกล่าว บทความฉบับนี้รวบรวมประเภทของ MAS แสดงกรณีศึกษาการนำ MAS ไปประยุกต์ใช้กับ E-Commerce และสรุปข้อดี ข้อเสีย และปัญหาของการนำ MAS มาประยุกต์ใช้กับงาน E-Commerce

คำสำคัญ: มัลติเอเจนท์ เอเจนท์ พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

ABSTRACT

Multi-Agent Systems or MAS has been increasingly employed for Electronic Commerce. MAS can work automatically and hence can be used as

decision support tools for online business. E-Commerce usually composes of complicated components and data. Hence, manually managing E-Commerce is very difficult, for example, when searching the best quality and best price product, or when negotiating the best deal. One option is to employ MAS to solve this complication problem. This article reviews types of MAS, case studies of applying MAS to E-Commerce and finally, concluding advantages, disadvantages and problems when applying MAS to E-Commerce.

Keywords: Multi-Agent, Agent, E-Commerce

1. บทนำ

ระบบมัลติเอเจนท์ (Multi-Agent System, MAS) เริ่มได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากความสำคัญต่อพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-Commerce) เช่น การช่วยค้นหาสินค้าที่ตรงตามความสนใจของผู้ซื้อ และการเจรจาต่อรอง เป็นต้น ดังนั้น จึงน่านำมาพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเป็นอย่างยิ่ง บทความนี้กล่าวถึงสถาปัตยกรรมแบบต่างๆ ของมัลติเอเจนท์ วิเคราะห์เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และกล่าวถึงการนำไปประยุกต์ใช้งานในการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

เนื้อหามี 4 ส่วน ส่วนแรกของบทความอธิบายความหมายเกี่ยวกับเอเจนท์ (Agent) และมัลติเอเจนท์ (Multi-Agent) รวมถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่สองจะอธิบายถึงการติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันของเอเจนท์ ส่วนที่สามจะอธิบายถึงความหมายของ E-Commerce และการนำ MAS ไปประยุกต์ใช้งาน ส่วนที่สี่จะเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียของการนำ MAS แบบต่างๆ ไปประยุกต์ใช้งาน

2. สถาปัตยกรรมมัลติเอเจนท์ (Multi-Agent Architecture)

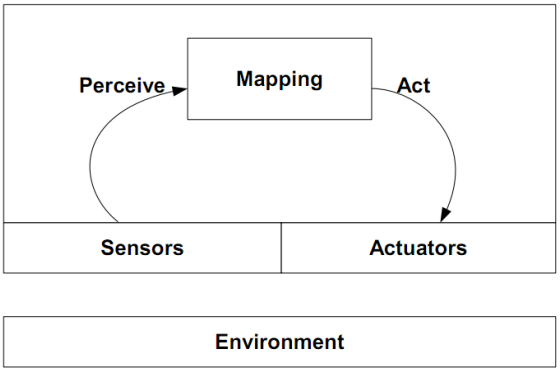
เอเจนท์ คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถทำงานได้อย่างเป็นอัตโนมัติในสภาพแวดล้อมใดสภาพแวดล้อมหนึ่ง เพื่อทำงานให้ได้ผลลัพธ์ตามวัตถุประสงค์ของงานที่ได้วางแผนไว้ [1,2,3]

มัลติเอเจนท์คือระบบคอมพิวเตอร์ที่ประกอบด้วยเอเจนท์มากกว่า 1 เอเจนท์ โดยที่เอเจนท์แต่ละตัวมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ซึ่งแต่ละเอเจนท์จะมีความเป็นอิสระต่อ

กัน แต่จะใช้ความรู้หรือข้อมูลร่วมกัน สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารเพื่อให้ทำงานประสานกันได้ [1,4]

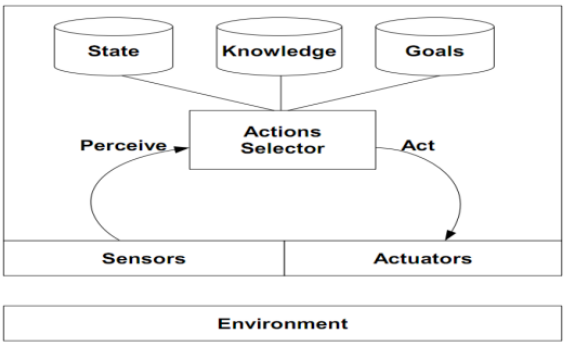
สถาปัตยกรรมของ MAS นั้นมีหลากหลาย ในที่นี้จะขอกล่าวถึงสถาปัตยกรรมที่เป็นพื้นฐานของ MAS ซึ่งมีดังนี้ [2]

สถาปัตยกรรมแบบรีแอคทีฟ (Reactive Architecture) เป็นสถาปัตยกรรมที่ง่ายที่สุด ซึ่งการทำงานของเอเจนท์จะขึ้นอยู่กับการจับคู่ (Mapping) กันระหว่างสิ่งที่กระตุ้น (Stimulus) กับสิ่งที่ตอบสนอง (Response) ตามรูปแบบที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ข้อจำกัดของสถาปัตยกรรมแบบนี้คือ เอเจนท์ไม่สามารถทำงานซับซ้อนกว่านี้ได้ ซึ่งการตัดสินใจง่ายๆ อาจไม่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้และสิ่งแวดล้อมที่เอเจนท์อาศัยอยู่ ดังสถาปัตยกรรมของรีแอคทีฟเอเจนท์ในรูปที่ 1



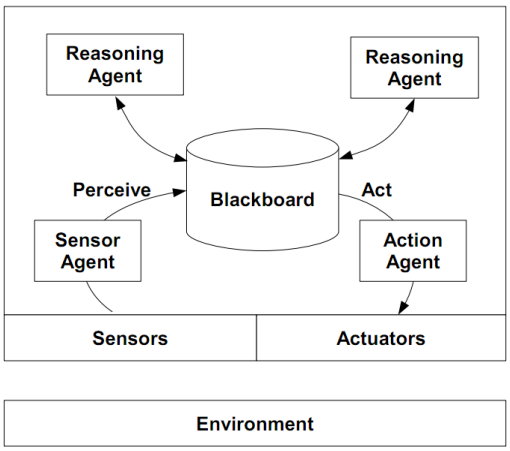
รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมแบบรีแอคทีฟ (Reactive Architecture)

สถาปัตยกรรมแบบดีลิบเบอราตีบ (Deliberative Architectures) สถาปัตยกรรมนี้จะนำอินพุทที่รับจากเซนเซอร์ (Sensors) มาประมวลผลเปรียบเทียบกับสถานะของระบบและสิ่งแวดล้อมในขณะนั้น (State) โดยมีการใช้ความรู้ (Knowledge) ตามเป้าหมาย (Goals) ของกระบวนการทำงาน ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกการกระทำ (Action) ที่เหมาะสม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายได้ดีที่สุด ซึ่งสถาปัตยกรรมแบบที่สอง แสดงดังรูปที่ 2



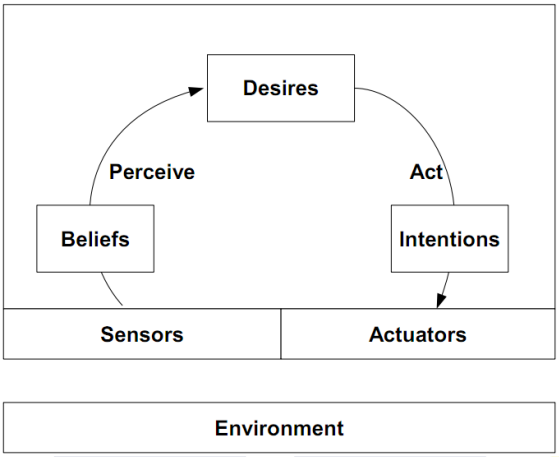
รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมแบบดีลิบเบอราตีบ (Deliberative Architectures)

สถาปัตยกรรมแบบแบลกบอร์ด (Blackboard Architecture) สถาปัตยกรรมนี้เป็นสถาปัตยกรรมที่น่าสนใจ ดังแสดงในรูปที่ 3 จะเห็นว่า ในส่วนของแบลกบอร์ดจะทำงานร่วมกับเอเจนท์ที่อยู่รอบๆ หลายตัว โดยเอเจนท์ที่สำคัญๆ คือ เอเจนท์รับอินพุต (Sensor agent) ทำหน้าที่ในการรับข้อมูลจากผู้ใช้งาน เอเจนท์ใช้เหตุผล (Reasoning agent) เป็นเอเจนท์ที่ทำหน้าที่ช่วยเลือกการตอบสนองให้กับข้อมูลนำเข้า ซึ่งเอเจนท์นี้อาจมีมากกว่า 1 เอเจนท์ได้ เอเจนท์ตัวกระทำ (Action Agent) เป็นเอเจนท์ที่ตอบสนองหรือส่งผลลัพธ์ออกไป ซึ่งแบลกบอร์ดจะเป็นศูนย์รวมในการติดต่อประสานงานกับเอเจนท์อื่นๆ ที่อยู่รอบข้างเพื่อที่หาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาที่เผชิญอยู่



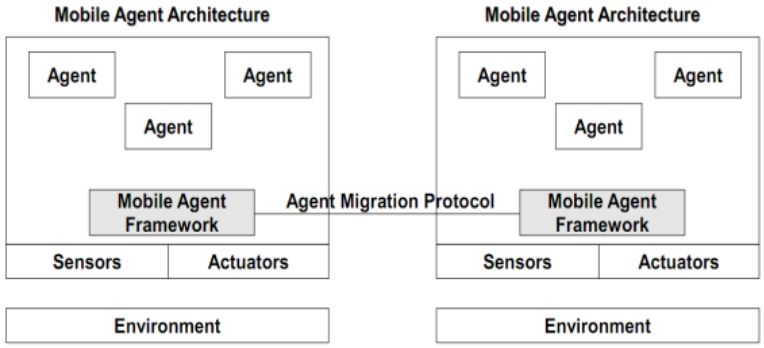
รูปที่ 3 สถาปัตยกรรมแบบแบลกบอร์ด (Blackboard Architecture)

สถาปัตยกรรมแบบบีลีฟ ดีซาร์ย อินเทนชั่น (Belief -Desire-Intention Architecture, BDI) สถาปัตยกรรมแบบ BDI เป็นสถาปัตยกรรมที่มาจากทฤษฎีการให้เหตุผลของมนุษย์ ของไมเคิล แบลทแมน (Michael Bratman) ในส่วนของบีลีฟ (Belief) คือความเชื่อที่เอเจนท์มีอยู่ ประกอบไปด้วยกฎต่างๆ ที่บ่งบอกพฤติกรรมต่างๆ ของเอเจนท์ที่สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ ในส่วนของดีซาร์ย (Desire) คือการกำหนดเป้าหมายของเอเจนท์ (อะไรที่ต้องการทำให้สำเร็จ) เช่น หาสินค้าที่มีราคาถูกที่สุด สุดท้ายอินเทนชั่น (Intention) คือ การระบุว่าเอเจนท์ต้องทำงานอย่างไร โดยใช้บีลีฟและดีซาร์ยในการเลือกการกระทำ (Action) ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 สถาปัตยกรรมแบบบีลีฟ ดีซาร์ย อินเทนชั่น (Belief-Desire-Intention Architecture)

สถาปัตยกรรมโมบาย (Mobile Architectures) สถาปัตยกรรมนี้สร้างขึ้นมา เพื่อ ให้เอเจนท์สามารถรองรับการเคลื่อนที่ (Migrate) ของเอเจนท์ระหว่างโฮสต์ (host) ดังรูปที่ 5 ซึ่งสถาปัตยกรรมดังกล่าวจะยอมให้เอเจนท์สามารถเคลื่อนที่ จากโฮสต์หนึ่งไปยังอีกโฮสต์หนึ่ง ในการอิมพลีเมนต์นั้น สามารถใช้โมบายเฟรมเวิร์ค (Mobile framework) ในการสร้างโปรโตคอลเพื่อติดต่อสื่อสารกันระหว่างโฮสต์ เพื่อให้เอเจนท์สามารถเคลื่อนที่ได้



รูปที่ 5 สถาปัตยกรรมโมบาย (Mobile Architectures)

3. การติดต่อสื่อสาร (Communication)

การติดต่อสื่อสารระหว่างเอเจนท์หลายเอเจนท์ จำเป็นต้องมีรูปแบบที่ชัดเจนและมีความสอดคล้องซึ่งกันและกัน เพื่อให้เอเจนท์เหล่านั้นสามารถเข้าใจความหมายของข้อความที่ส่งไปหา และเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง ซึ่งการติดต่อสื่อสารของเอเจนท์ที่ได้รับความนิยมมีดังนี้

เคคิวเอ็มเอล (Knowledge Query Manipulation Language: KQML) KQML เป็นข้อความ (Message) สำหรับการติดต่อสื่อสารของเอเจนท์ ซึ่งในข้อความจะประกอบด้วย เพอร์ฟอร์มเมทีฟ (Performative) เป็นส่วนที่ใช้กำหนดประเภทของการติดต่อสื่อสาร และพารามิเตอร์ (Parameters) ประกอบด้วยข้อมูลที่ต้องการส่งไปยังผู้รับ ดังแสดงในรูปที่ 6 แสดงตัวอย่างข้อความของ KQML ซึ่งประกอบด้วย

ask-one คือ ประเภทของเพอร์ฟอร์มเมทีฟ ซึ่งแสดงถึงผู้ส่งต้องการให้ผู้รับตอบคำถามที่ได้ส่งไป

content เป็นพารามิเตอร์ที่แสดงถึงเนื้อหาของข้อความ

receiver เป็นพารามิเตอร์ที่แสดงถึงชื่อผู้รับข้อความ

language แสดงถึงรูปแบบของการแสดงเนื้อหาในข้อความ

ontology เป็นพารามิเตอร์ที่แสดงถึงความหมายของคำหรือสัญลักษณ์ที่อยู่ในเนื้อหา

```
(ask-one
   :content  (PRICE IBM ?price)
   :receiver stock-server
   :language LPROLOG
   :ontology NYSE-TICKS
)
```

รูปที่ 6 ตัวอย่างข้อความของ KQML

นอกจากนี้ยังมีพารามิเตอร์อื่นๆ ของ KQML [5] ดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งประกอบด้วย

force แสดงถึงผู้ส่งข้อความต้องการปฏิเสธการรับเนื้อหาประเภทไหนของผู้ตอบกลับ

reply-with แสดงถึงเอเจนท์ผู้ส่งต้องการให้เอเจนท์ไหนตอบกลับ

in-reply-to แสดงการอ้างถึงข้อความที่ถูกส่งก่อนหน้านี้ รวมถึงการอ้างถึงชื่อผู้ที่ส่งในข้อความก่อนหน้านี้

sender แสดงถึงชื่อเอเจนท์ผู้ส่งข้อความ

Parameter	Meaning
:content	content of the message
:force	whether the sender of the message will ever deny the content of the message
:reply-with	whether the sender expects a reply, and, if so, an identifier for the reply
:in-reply-to	reference to the :reply-with parameter
:sender	sender of the message
:receiver	intended recipient of the message

รูปที่ 7 แสดงพารามิเตอร์ของ KQML

เอฟไอพีเอ (Foundation for Intelligent Physical Agents: FIPA) FIPA คือ องค์การที่ไม่แสวงหากำไรที่ส่งเสริมให้มีการพัฒนาระบบเอเจนท์ขึ้นมา ซึ่ง FIPA จะมาช่วยในเรื่องของความสามารถด้านการติดต่อสื่อสารของระบบเอเจนท์

ลักษณะของข้อความที่กำหนดโดย FIPA จะคล้ายกับของ KQML กล่าวคือ โครงสร้างของข้อความที่ใช้ในการส่งข้อความนั้นมีความคล้ายคลึงกัน [2] แต่ความแตกต่างที่สำคัญคือ เพอร์ฟอร์มเมทีฟของ KQML นั้นจะขาดในเรื่องของการกำกับความหมาย (Semantic Annotation) แต่ FIPA นั้นจะมีความครอบคลุมในเรื่องของเชิงความหมายมากกว่า KQML ตัวอย่างข้อความของ FIPA แสดงดังรูปที่ 8 [5] โดยส่วนกำกับความหมายใช้อ้างอิงออนโทโลยี (Ontology)

```
(inform
   :sender   agent1
   :receiver agent2
   :content  (price good2 150)
   :language sl
   :ontology hpl-auction
)
```

รูปที่ 8 ตัวอย่างข้อความของ FIPA

เอ๊กซ์เอ็มแอล (eXtensible Markup Language, XML) XML เป็นการเข้ารหัส (Encoding) ของข้อมูลที่จะนำเสนอ ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของแท็ก (Tags) ซึ่งในแต่ละแท็กก็จะมีการกำหนดข้อมูลที่จะนำเสนออย่างชัดเจน ซึ่ง XML จะมีความยืดหยุ่นสูงและรองรับความซับซ้อนในการจัดรูปแบบของข้อมูล รูปที่ 9 แสดงตัวอย่างข้อความของ XML [2] ซึ่งแท็กที่สร้างขึ้นจะต้องประกอบด้วยเพอร์ฟอร์มเมทีฟและพารามิเตอร์ จากรูปที่ 9 เพอร์ฟอร์มเมทีฟของข้อความคือ *ask-one* และมีพารามิเตอร์ประกอบด้วย *sender*, *receiver*, *sensor-request*, *reply-with* ซึ่งแต่ละพารามิเตอร์จะมีข้อมูลอยู่ภายใน

```
<msg>
 <performative>ask-one</performative>
 <sender>thermal-control-appl</sender>
 <receiver>temerature-server</receiver>
 <sensor-request> TEMP_SENSOR_1A</sensor-request>
 <reply-with>request-102</reply-with>
 </msg>
```

รูปที่ 9 ตัวอย่างข้อความของ XML

3.1 การประสานงาน

การประสานงาน คือ กระบวนการที่เอเจนท์ที่ทำงานรวมกัน เพื่อทำให้มั่นใจได้ว่าระบบมัลติเอเจนท์นั้นสามารถเชื่อมโยงกันได้ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อให้เอเจนท์สามารถแบ่งปันข้อมูลร่วมกัน ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเอเจนท์มีเทคนิคที่ใช้ดังนี้

i. ต้องพัฒนาเอเจนท์ให้มีความยืดหยุ่นเพื่อให้สามารถทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อย
ii. ต้องมีความรู้หรือข้อมูลที่เพียงพอ เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนและทำงานร่วมกันได้ เพื่อที่จะทำให้เกิดประโยชน์แก่ทั้งสองฝ่าย [4]

3.2 ซอฟต์แวร์ในการพัฒนาระบบมัลติเอเจนท์ (Multi-agent development software)

การพัฒนา MAS จะมีเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการสร้าง MAS ซึ่งเครื่องมือที่ใช้สร้าง MAS มีดังนี้

เจเอดีอี (Java Agent Development framework: JADE) JADE เป็นฟรีซอฟต์แวร์เฟรมเวริค์ที่ใช้สำหรับในการพัฒนาระบบเอเจนท์ซึ่ง JADE ปฏิบัติตาม

สถาปัตยกรรมของ FIPA เพื่อที่ MAS นั้นทำงานร่วมกันได้ JADE ถูกสร้างขึ้นมาจากภาษาจาวา (Java language)

ซีอุส (ZEUS) เป็นเครื่องมือที่สามารถปรับแต่งได้และมีความยืดหยุ่นในการสร้างเอเจนท์ ในเครื่องมือของซีอุสประกอบด้วยคลาสและแพ็คเกจที่สร้างด้วยภาษาจาวา ซึ่งช่วยให้สามารถสร้างเอเจนท์ได้สะดวกมากยิ่งขึ้น

มาดคิท (The Madkit) เป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างเอเจนต์ ซึ่งสามารถปรับแต่งได้และมีความหยืดหยุ่นสูง มาดคิทนั้นสร้างขึ้นด้วยภาษาจาวาซึ่งมีไลเบอร์รี (Library) และกราฟฟิคอินเตอร์เฟสเพื่อให้สร้าง MAS ได้สะดวกยิ่งขึ้น [4]

4. การนำ MAS มาประยุกต์ใช้กับ E-Commerce

พาณิชย์อิเล็กทรอนิคส์ คือ การซื้อขายและการบริการบนอินเทอร์เน็ต E-commerce ประกอบด้วยหลากหลายกิจกรรม เช่น การแลกเปลี่ยนทางธุรกิจและกระบวนการภายในของบริษัท หรือองค์กรที่รองรับการซื้อการขาย การว่าจ้างและการวางแผน ประเภทของ E-commerce สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

บริษัทกับผู้บริโภค (Business-to-Consumer, B2C) คือ บริษัทที่ขายสินค้าหรือบริการให้ลูกค้าแต่ละราย ซึ่งธุรกรรมที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่คือ การซื้อขายสินค้าและการประมูล

บริษัทกับบริษัท (Business-to Business, B2B) คือ บริษัทที่ขายสินค้าหรือบริการให้กับบริษัทอื่น ซึ่งธุรกรรมที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่คือ การประมูล การซื้อขายสินค้าและการจัดซื้อจัดจ้าง

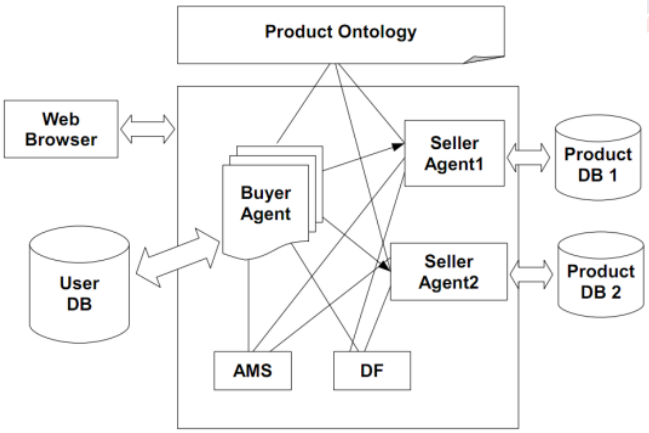
ผู้บริโภคกับผู้บริโภค (Consumer-to- Consumer, C2C) คือ ผู้ขายหรือบุคคลที่ขายสินค้าหรือบริการให้กับลูกค้าแต่ละราย ซึ่งธุรกรรมที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่จะเป็นการซื้อขายสินค้า

บริษัทกับหน่วยงานรัฐบาล (Business-to-Government, B2G) คือ บริษัทที่ขายสินค้าหรือบริการให้กับรัฐบาล ซึ่งธุรกรรมที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่จะเป็นในเรื่องการประมูลและการจัดซื้อจัดจ้าง [6]

ในการนำ MAS มาประยุกต์ใช้กับ E-Commerce ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้อย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นธุรกิจในประเภท B2B, B2C, C2C และ B2G ซึ่งมีดังต่อไปนี้

- เอเจนท์อัจฉริยะสำหรับการจัดการองค์ความรู้ในพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (Intelligent Agent for Knowledge Management in E-commerce) [7] ซึ่งระบบนี้ใช้ JADE ในการพัฒนา ซึ่งสถาปัตยกรรมของระบบจะแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังรูปที่ 10

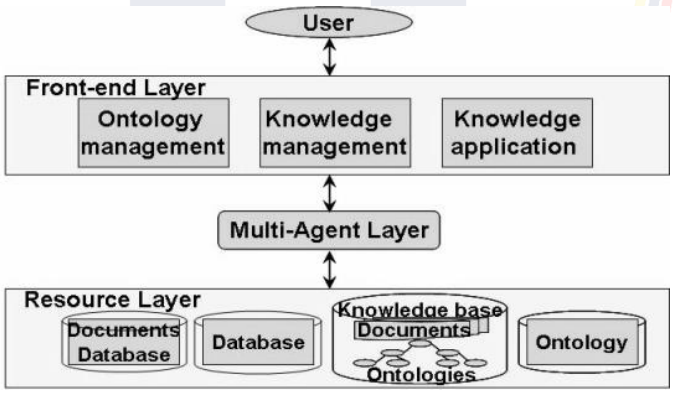
ส่วนแรกคือ JADE ซึ่งส่วนนี้จะเป็นพื้นที่ในการทำงานของเอเจนท์ทั้งหมด ส่วนที่สองคือ ฐานข้อมูลซึ่งในฐานข้อมูลจะประกอบด้วย ฐานข้อมูลของผู้ใช้ (User DB) ฐานข้อมูลสินค้า (Product DB) ซึ่งฐานข้อมูลสินค้าจะใช้ร่วมกับเอเจนท์ผู้ขาย (Seller agent) ส่วนที่สามคือ เอเจนท์ของผู้ซื้อ (Buyer agent) ซึ่งเอเจนท์ของผู้ซื้อจะมีหน้าที่รวบรวมความต้องการของผู้ใช้และปฏิบัติตามความต้องการผู้ใช้ รวมไปถึงส่งผลลัพธ์ให้ผู้ใช้ ส่วนเอเจนท์ผู้ขายจะตอบสนองกระบวนการที่มาจากเอเจนท์ของผู้ซื้อ และส่งผลลัพธ์กลับไปยังเอเจนท์ผู้ซื้อ ส่วนที่สี่คือส่วนของออนโทโลยี ที่สร้างมาจากโปรแกรมโปรเตเจ (Protégé) ซึ่งจะนำเสนอความสัมพันธ์ขององค์ความรู้ของสินค้า ส่วนสุดท้ายคือส่วนของติดต่อผู้ใช้งานซึ่งมีหน้าที่ให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลผ่านเว็บบราวเซอร์



รูปที่ 10 สถาปัตยกรรมเอเจนท์อัจฉริยะสำหรับการจัดการองค์ความรู้ในพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ [7]

- สถาปัตยกรรมของมัลติเอเจนท์ของระบบจัดการองค์ความรู้พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (Multi-Agent architecture of electronic commerce knowledge management system: KMS) [8] ซึ่ง KMS มีจุดประสงค์คือเพื่อออกแบบสถาปัตยกรรมของ E-commerce และหาสินค้าที่ผู้ซื้อที่ต้องการได้อย่างมีความเหมาะสม ซึ่งสถาปัตยกรรมประกอบด้วย 3 เลเยอร์ คือ ส่วนติดต่อผู้ใช้ (Front-end Layer) มัลติเอเจนท์เลเยอร์ (Multi-Agent Layer) และรีสอร์ซเลเยอร์ (Resource Layer) ดังรูปที่ 11

ในส่วนของผู้ใช้ ประกอบด้วยผู้ซื้อ ผู้ขาย ผู้จัดการองค์ความรู้ (Knowledge manager) และผู้จัดการออนโทโลยี (Ontology manager) ซึ่งผู้ซื้อสามารถส่งความต้องการ และสามารถได้รับผลลัพธ์จากการส่งนั้นๆ สามารถตรวจสอบสินค้าและดูข้อมูลสินค้า ส่วนผู้ขายสามารถส่งความต้องการและดึงสินค้าที่ต้องการจับคู่กับผู้ซื้อที่ต้องการ และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ซื้อได้ ผู้จัดการองค์ความรู้สามารถเรียกประเมินและจัดเก็บองค์ความรู้ ส่วนผู้จัดการออนโทโลยีสามารถติดตั้งและพัฒนาออนโทโลยีได้

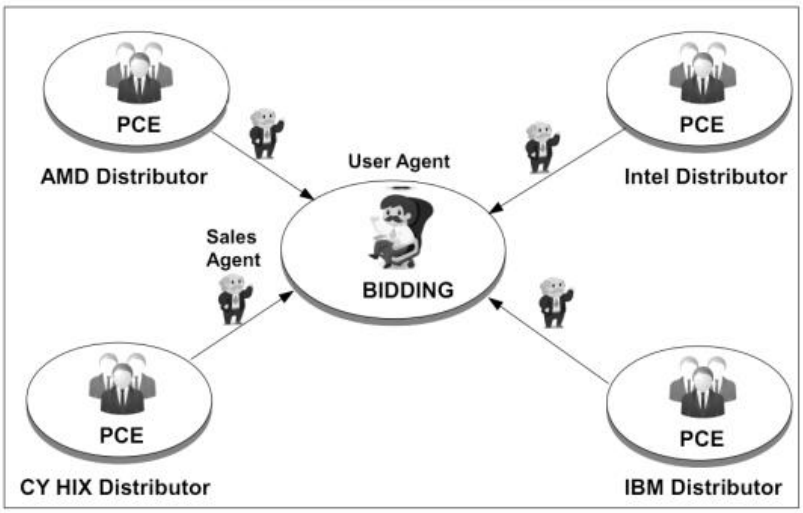


รูปที่ 11 สถาปัตยกรรมของมัลติเอเจนท์ของระบบจัดการองค์ความรู้พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ [8]

- แพลตฟอร์มเอเจนท์อัจฉริยะสำหรับการจัดซื้อจัดจ้าง (Intelligent Agent Platform for Procurement) [9] มีวัตถุประสงค์เพื่อสาธิตระบบการเจรจาต่อรองในการหาราคาและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ตรงตามที่ผู้ใช้กำหนด ซึ่งตัวต้นแบบเป็นแอพพลิเคชั่นสำหรับการจัดซื้อจัดจ้างคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Prototype

Application -Personal Computer Procurement: PCP) ใช้จาวาเอเจนท์เอลีฟ (Java Agent Alive: JAA) ในการพัฒนา ซึ่งใน PCP จะประกอบด้วยจำนวน 6 ตัว ที่ทำงานร่วมกัน ดังรูปที่ 12 คือ

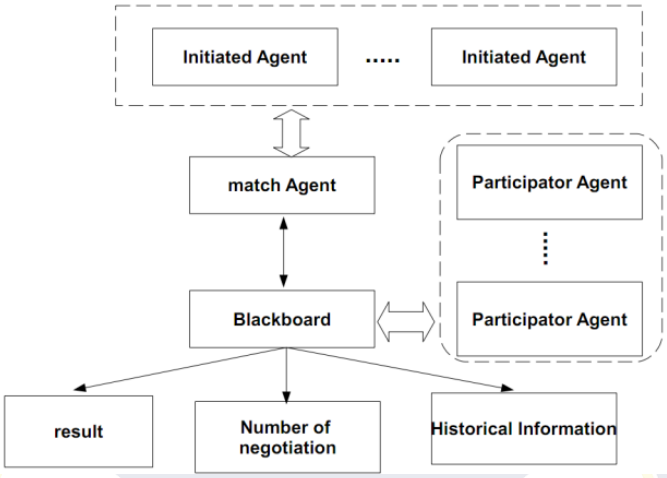
ยูสเซอร์เอเจนท์ (User agent) เซลล์เอเจนท์ (Sales agent) ซีพียูเอเจนท์ (CPU agent) พีซีอีเอเจนท์ (PC Expert agent) แรมเอ-เจนต์ (Ram agent) และเอ็มบีเอเจนท์ (Mother board agent) นอกจากนี้พีซีพีจะประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อข้อมูลระหว่างเอเจนท์ นั้นคือ บิดดิ้งคอนฟาเรน (Bidding Conference) และ พีซีอีคอนฟาเรน (PCE Conference)



รูปที่ 12 แพลตฟอร์มเอเจนท์อัจฉริยะสำหรับการจัดซื้อจัดจ้าง [9]

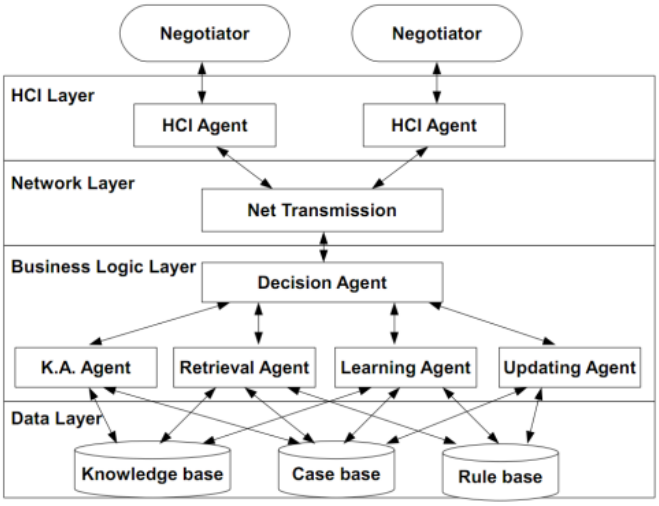
- ระบบการเจรจาต่อรองโดยใช้มัลติเอเจนท์ในการประมูลออนไลน์ (Multi-Agent Negotiation System in Online Auction) [10] ระบบนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนามัลติเอเจนท์ให้มีความก้าวหน้า และสร้างอัลกอลิทึมที่ใช้ในการเจราจาต่อรองในการประมูล โดยคำนึงถึงการประมูลที่มีประสิทธิภาพและมีความโปร่งใสกับผู้ร่วมประมูล ซึ่งหลักการทำงานมีดังนี้ เอเจนท์ผู้ริเริ่ม (Initiated Agent) ส่งข้อมูลการเจรจาต่อรองไปยังแบลกบอร์ด การประมูลสิ้นสุดลงก็ต่อเมื่อไม่มีการตอบสนองใดๆ ในเวลาที่กำหนด แมทช์เอเจนท์ (Match agent) จะทำการประเมิน

ราคาและกำหนดผู้ชนะ ซึ่งเอเจนท์ผู้มีส่วนร่วม (Participation agent) จะเป็นเอเจนท์ที่เข้าร่วมประมูลทำหน้าที่คอยเสนอราคา ถ้าราคาของเอเจนท์ผู้มีส่วนร่วมเอเจนท์ใดสูงสุดก็จะเป็นผู้ชนะ กระบวนการประมูลแสดงดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ระบบการเจรจาต่อรองโดยใชมัลติเอเจนท์ในการประมูลออนไลน์ [10]

- การค้นหากระบวนการของการเลือกกลยุทธ์การเจรจาต่อรองโดยใช้มัลติเอเจนท์ (Research on Method of Multi-agent Negotiation Strategy Selection) [11] นำวิธีการให้เหตุผลพื้นฐานเชิงกรณี (Case-Based Reasoning: CBR) มาประยุกต์ใช้ ในระบบการเจรจาต่อรอง มีเอเจนท์ที่ทำงานร่วมกันหลายตัว ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 การค้นหากระบวนการของการเลือกกลุยทธ์การเจรจาต่อรองโดยใช้มัลติเอเจนท์ [11]

ในส่วนของเลเยอร์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ (Human-Computer Interaction : HCI) จะมีเอชซีไอเอเจนท์ (HCI Agent) ทำหน้าที่ควบคุมส่วนอินพุตและส่วนเอาต์พุตของผู้เจรจาต่อรอง ในส่วนลอจิกเลเยอร์ (Logic layer) ประกอบด้วย เอเจนท์ที่ใช้ตัดสินใจ (Decision agent) เอเจนท์ที่ใช้เสาะหาความรู้ (Knowledge acquisition, KA) เอเจนท์ที่ใช้ค้นคืนข้อมูล (Retrieval agent) เอเจนท์ที่ใช้การเรียนรู้ (Learning agent) และเอเจนท์ที่ใช้อัพเดท (Updating agent) ในส่วนสุดท้ายคือดาต้าเลเยอร์ (Data layer) จะประกอบด้วย ฐานข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลหลายฐาน สำหรับการเจรจาต่อรองเพื่อที่จะนำมาใช้ได้ตามที่ต้องการ

5. ข้อดีและปัญหาของการนำ MAS มาประยุกต์ใช้งาน

การนำ MAS เข้ามาประยุกต์ใช้งานกับ E-commerce นั้นต่างก็มีทั้งข้อดีและข้อเสียมากมาย ในส่วนนี้จะอธิบายถึงข้อดีและข้อเสียของการนำ MAS มาประยุกต์ใช้ รวมไปถึงข้อจำกัดและข้อดีของแต่ละสถาปัตยกรรมของมัลติเอเจนท์

5.1 ข้อดีของการนำ MAS มาประยุกต์ใช้งานกับ E-Commerce

- ช่วยในเรื่องการตัดสินใจของผู้ใช้ว่าสินค้าใดที่ควรซื้อหรือมีความคุ้มค่า

- หาสินค้าหรือช่วยแนะนำสินค้า ที่มีลักษณะเฉพาะตามที่ผู้ใช้งานต้องการได้อย่างเหมาะสม
- สามารถที่จะเปรียบเทียบสินค้าใดที่ผู้ใช้ควรซื้อมากที่สุด
- สามารถช่วยติดตามกลุ่มสินค้าที่ผู้ใช้สนใจและสินค้าที่มีการลดราคาได้อย่างถูกต้อง [1]

5.2 ข้อเสียของการนำ MAS มาประยุกต์ใช้งานกับ E-Commerce

- ปัญหาด้านการเจรจาต่อรอง (Negotiation problem) การเจรจาต่อรองจะมีประสิทธิภาพได้ จำเป็นต้องใช้เรื่องกฎเข้ามาจัดการ ซึ่งถ้ามีกฎที่ดี จะสามารถสร้างเอเจนท์ที่มีความสามารถในการให้เหตุผล และคาดการณ์ล่วงหน้าได้ดีขึ้น นั่นหมายความว่าหากมีกฎที่ไม่ดีแล้ว ก็สามารถนำไปสู่ความไม่มีประสิทธิภาพในเรื่องของการเจรจาต่อรอง
- ปัญหาด้านการค้นหาข้อมูล (Information discovery problem) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสินค้านั้นมีปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งทำให้ยากในการหาและการจับคู่สินค้า ตามที่ผู้ใช้ที่ต้องการได้อย่างพึงพอใจ ซึ่งเทคนิคในการดึงข้อมูลในร้านค้าออนไลน์นั้นยังมีน้อยอยู่
- ปัญหาด้านออนโทโลยี (Ontology problem) เอเจนต์ทั้งทางผู้ซื้อหรือผู้ขายควรที่จะแชร์ออนโทโลยีของสินค้าร่วมกัน ซึ่งแต่ละเอเจนท์ต้องเข้าใจความหมายของการติดต่อสื่อสารกัน เพื่อที่จะได้แก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง [1]

ถึงอย่างไรก็ตามในการนำมัลติเอเจนท์มาประยุกต์ใช้กับงาน E-commerce เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ผู้พัฒนาควรเลือกสถาปัตยกรรมให้มีความเหมาะสมกับลักษณะของงาน ซึ่งตารางที่ 1 ได้เปรียบเทียบจุดอ่อนและจุดแข็งของแต่ละสถาปัตยกรรม

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบจุดอ่อนและจุดแข็งของแต่ละสถาปัตยกรรม

สถาปัตยกรรม	ข้อจำกัด	ข้อดี	ประเภทงาน E-Commerce ที่เหมาะสม
Reactive	ไม่เหมาะกับงานที่ซับซ้อน หรืองานที่ช่วยผู้ใช้ในการตัดสินใจ	- สามารถพัฒนาระบบได้ง่าย เหมาะกับผู้เริ่มต้น - สามารถทำงานได้รวดเร็วกับงานที่ไม่ซับซ้อน	ซื้อขายสินค้าระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย ทั่วไป เช่น ซื้อขายหนังสือ ซื้อขายเสื้อผ้า เป็นต้น
Deliberative	ในส่วนของข้อมูลที่อยู่ในแต่ละโมดูล เช่น สเตท (State) องค์ความรู้ (knowledge) ต้องมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันถึงจะสามารถเลือกเป้าหมาย (Goals) ได้ดี	- สามารถช่วยแก้ปัญหาหรือช่วยตัดสินใจ ในปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ดี - สามารถวางแผนการทำงานเพื่อให้ถึงเป้าหมายได้ชัดเจน	เจรจาต่อรอง หรือวางแผนกลยุทธ์ที่จะใช้ในการเจรจาต่อรองระหว่างบริษัท
Blackboard	- พัฒนาระบบยาก เนื่องจากเอเจนท์ที่ทำงานสามารถแยกไปอยู่แต่ละโมดูลได้ - ถ้ามีเอเจนท์ที่ให้เหตุผล (Reasoning Agent) ทำงานเหมือนกันมากกว่า 1 เอเจนท์อาจให้คำตอบที่ขัดแย้งกันเองได้	- สามารถช่วยแก้ปัญหาและตัดสินใจได้ดี - เอเจนท์ที่ทำงานร่วมกันสามารถที่จะอยู่แต่ละโมดูล ได้หรือคนละแห่งได้ดี	- ประมูลสินค้าไม่ว่าจะเป็นทั้งแบบของ ผู้ซื้อกับผู้ขาย หรือบริษัทกับหน่วยงานรัฐบาล รวมไปถึงบริษัทกับลูกค้ารายย่อย - เจรจาต่อรองสินค้าระหว่างบริษัทหรือองค์กร
BDI	ในส่วนการทำงานของบีลีฟ เมื่อกฎที่ใช้มี	- สามารถช่วยวางแผนการทำงานเพื่อ	- เจรจาต่อรองหรือวางแผนกลยุทธ์ที่จะ

	จำนวนเยอะมากขึ้น อาจทำให้มีบางกฎที่ขั้นแย้งกันเองได้	แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนได้ดี - สามารถออกแบบการทำงานของเอเจนท์ได้ง่าย เนื่องจากมีขั้นตอนที่ทำงานที่ชัดเจน	ใช้ในการเจรจาต่อรองระหว่างบริษัท - จัดซื้อจัดจ้างขององค์กรหรือบริษัท
Mobile	- พัฒนาระบบยาก เนื่องจากเอเจนท์ที่ทำงานต้องเคลื่อนที่ไปยังระบบอื่น - ต้องใช้ทราฟฟิคของอินเตอร์เนตสูง	- สามารถเคลื่อนที่ไปยังระบบอื่นหรือโฮสต์อื่นได้ - ทำให้ระบบที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันสามารถทำงานร่วมกันได้	- เจราจาต่อรองสินค้าระหว่างบริษัทหรือองค์กร

6. บทสรุป

ในปัจจุบัน MAS ยังถือว่าเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่แต่ MAS สามารถมาช่วยมนุษย์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ E-Commerce ได้ดีพอสมควร อย่างไรก็ตามยังมีปัญหาที่ต้องคำนึงถึงในขั้นตอนของการพัฒนา MAS หลายประการตามที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งข้อสำคัญที่สุดในการพัฒนาระบบ MAS นั้นคือการติดต่อสื่อสารกันระหว่างเอเจนท์และการทำงานร่วมกันที่ต้องมีความชัดเจนและถูกต้อง เพื่อที่จะทำให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] H. Minghua, and F. L. Ho, "Agents in E-Commerce: State of the Art," *Knowledge And Information Systems*, vol. 4, no. 3, pp. 257-282, July. 2012.

[2] T. M. JONES. *Artificial Intelligence: A Systems Approach*. HingHam: Jones and Bartlett, 2008.

[3] H. Maja, W. Pornpit, D. Tharam, and C. Elizabeth, *Ontology-Based Multi-Agent Systems*. Warsaw: Springer, 2009.

[4] M. Oprea, "Applications of Multi-Agent Systems," *International Federation for Information Processing*, vol. 157, pp. 239-270, April. 2006.

[5] M. Wooldridge, *An Introduction to Multi-Agent Systems*. West Sussex: John Wiley & Sons, 2002.

[6] G. P. Schneider, *Electronic Commerce*, 7th ed. Australia: Thomson, 2007.

[7] X. Zhang, W. Liu, and F, Jin, "Intelligent Agent for Knowledge Management in E-Commerce," *International Symposium on Pervasive Computing and Applications*, Urumqi, China, Aug. 2006, pp. 455-460.

[8] R. Fu, and Z. Xin, "Research on Electronic Commerce KMS Based on Agent and Ontology," *International Workshop on Knowledge Discovery and Data Mining*, Adelaide, Australia, Jan. 2008, pp. 190-195.

[9] K. Subramanian, S. Lee, K. T. Shiang, and B. G. Sue, "Intelligent agent platform for procurement," *International Conference on Systems*, Man, and Cybernetics, Japan, Tokyo, Oct. 1999, pp. 107-112.

[10] L. Zhang, and N. Li, "Multi-Agent negotiation system in online auction," *International Conference on Communication Systems, Networks and Applications*, Hong Kong, June. 2010, pp. 81-84.

[11] G. Jiang, and L. Wu, "Research on Method of Multi-agent Negotiation Strategy Selection," *International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology*, Valencia, Spain, Sept. 2010, pp. 110-115.