設計一個多層式本體論為基之虛擬企業知識表達模型

陳宗義
南華大學電子商務管理系

陳裕民
成功大學製造工程研究所

蘇彩妤
成功大學製造工程研究所

摘要

虛擬企業(Virtual Enterprise)是有效的提昇企業競爭力的策略之一，主要是透過產品的協同設計、生產、組裝與行銷。即時及安全的知識分享是虛擬企業成功的關鍵，本研究針對虛擬企業知識存取控制及分享之模型、方法與技術進行發展。首先，本研究提出一個本體論為基的知識分享模型及一個多層式的知識表達架構，以此兩者為基，設計一個能夠促進知識分享的虛擬企業知識存取控制模型。此模型中，使用者知識的存取權限可以分成基本授權及延伸授權兩種；前者是由評估4W (Who, What, When and Where)所獲得，而後者是由考慮三維的領域本體(產品本體、組織本體及活動本體)中的知識概念間的關連性來決定權限的擴散(Propagation)。藉由本研究使虛擬企業更容易的有效管理及分享跨企業的知識。

關鍵字：存取控制、虛擬企業、本體論、知識表達

Designing a Multi-Layer Ontology-Based Knowledge Representation Model in Virtual Enterprises

Tsung-Yi Chen
Department of Electronic Commerce Management, Nanhua University

Yuh-Min Chen
Institute of Manufacturing Engineering, National Cheng Kung University

Cai-Yu Sul
Institute of Manufacturing Engineering, National Cheng Kung University

Abstract

Virtual Enterprise (VE) is one of the most promising strategies to enhance global competitiveness, via collaboration on product design, production, assembly and marketing. Efficient and secure knowledge sharing is one of the key factors to the success of VE. This study focuses on the development of approach, model and technology for knowledge access control and sharing. First, this study proposes an ontology-based knowledge sharing model and a multiple-layer knowledge representation framework, on which a knowledge access control model for knowledge sharing in virtual enterprise is proposed based. In this proposed model, user's authorization to using knowledge for completing the responsibilities in a VE is classified into two different levels the basic privileges and the extended privileges. The former are evaluated from four-dimensions, i.e. who, what, when and where, while the latter is decided by considering the relationships between concepts in a predefined three domain ontologies (product, organization and activity ontologies). This study facilitates the management and sharing of knowledge involved in a VE.

Key words: Access control, virtual enterprise, ontology, knowledge representation

C.E.P.S.

壹、導論

由於現今市場競爭日益激烈、生產製程技術不斷地革新，縮短了產品的生命週期，因此如何有效地降低生產成本、提高產品及服務品質、縮短產品上市時間及快速反應客戶需求，已成為企業當前最迫切的目標。虛擬企業為結合各企業的核心能力，透過企業間策略聯盟，整合企業間的價值活動、資訊、資源與知識，以改善企業競爭力；其成敗繫於虛擬企業各階段活動的資訊與知識能否有效地獲取、整合、管理與分享(Zhu et al. 2003)。

近年來，許多研究聚焦於探討策略聯盟組織間的知識分享與競爭優勢的關係(Rodriguez & Wilson 2002; Skinner et al. 1992; Mudambi & Helper 1998)。然而，策略聯盟組織間的知識分享，卻存在既合作且競爭的矛盾現象，企業若能與其他組織建立良好的信任合作關係，積極從事知識分享活動，將有助於發展持續性的競爭優勢。因此當虛擬企業的成員以協同合作的方式進行產品開發時，知識必須能夠有效的即時的在所有企業成員間流通及分享。

知識的分享，信任(Trust)及安全(Security)為最重要的元素，特別是由不同的企業所組成的分散式虛擬企業環境，必須透過網路進行跨企業的資訊及知識的交換(Furst et al. 2002)。綜觀目前知識管理研究領域，大多以企業內部知識之獲取、管理與分享為企業知識管理的主要研究項目，目前知識存取控制之研究明顯不足，又知識為企業最重要的資產，所以建立完善之控管機制，以保護知識資產，已是知識管理研究領域最重要的議題之一(Rao & Upadhyaya 2006; Bertino et al. 2006; Singh & Salam 2006)。知識分享不同於一般資訊的分享，資訊的分享只在於資訊的提供，且虛擬企業的知識分散的儲存在不同的企業中，因此支援虛擬企業知識權限管理及分享所需的存取控制機制將明顯的不同於現有的存取控制機制，故需要一個能適應複雜度較高的知識儲存模式及支援虛擬企業分散及暫時性特性的存取控制方法與技術，以保護虛擬企業知識資產，使虛擬企業的知識能根據合法的使用權限，即時支援所有虛擬企業工作者工作的進行，進而提昇虛擬企業整體競爭力。

為能支援虛擬企業工作者於執行任務時知識使用權限的管理，虛擬企業知識存取控制模型必須具備下列能力：

1. 彈性：能適應於不同的虛擬企業環境及任務需求，並能夠讓企業成員隨時加入或退出。
2. 跨組織及安全的服務：使用者存取授權(Authorization)的授權需能跨越企業的界線。
3. 集中式管理的能力：以集中的方式，考慮使用者在虛擬團隊中所扮演的角色及執行的任務，企業可以同時參與多個虛擬企業的運作，因此，必須同時考慮企業間的競爭與合作的關係，來評估使用者存取知識的權限。
4. 考慮知識具有流動的特質：知識是逐漸形成而不是靜態的，會有許多版本，因此

使用者使用知識的權限應能隨時間異動。

本研究利用本體論具概念描述及概念與概念間關係表達的能力，來描述虛擬企業的概念層的知識內容，進而從(1)Who：使用者(user)的身分及角色，(2)What：user正執行的任務，(3)When：虛擬企業所處的階段及時間點，及(4)Where：使用者所處的企業在虛擬企業中的角色。從四個不同的維度來決定使用者知識的使用權限。本研究的主要任務包含：(1)設計一個多層式本體論為基的知識表達架構，(2)發展一個知識存取控制的方法，及(3)設計知識權限擴展模型。藉由本研究能促進企業間知識的交換及知識技術的交流的意願，對促進企業持續性優勢的創造，將有重要的影響。

貳、 相關的研究工作

為了使本研究所提出的方法能符合虛擬企業知識存取控制的需求，這一節探討虛擬企業之特性、生命週期及知識的類型。接著針對角色為基之存取控制(Role-based Access Control; RBAC)模型及一般知識表達法進行探討。

一、 虛擬企業知識特性分析

虛擬企業利用企業間資源的整合為方法，以協同發展客戶所需的產品為目的。虛擬企業具有以下特性：顧客導向、動態結合、專業分工、分散合作及溝通、資訊分享與全球資源整合。虛擬企業的生命週期經常被分成四個階段：機會確認階段、形成階段、運作階段及解散階段(Strader et al. 1998)。在機會確認階段，虛擬企業的主導者藉由機會的搜尋及市場的評估，確定欲發展的產品或服務；在形成階段，進行合作夥伴的選擇，制定工作計畫並進行分工，同時進行工作者資源使用權限的設定；在運作階段，根據前面的規劃，所有的工作者執行被分派的任務，根據權限的設定，存取資源；最後進入解散階段，必須修改使用者對資源的存取權限及策略，部分的資源依然可以在新的分享策略下被使用。透過虛擬企業生命週期活動的分析，可以知道工作者於各階段所進行的虛擬企業活動及所需的知識型態。例如在運作階段，所需的是專門技術及經驗，這些儲存在員工心智或?含在組織流程中；又如製造流程相關知識為產品製造一系列的知識，包含：(1)製程中所需要的原料及相關工具的知識，(2)產品組裝的知識，(3)生產設備使用及維護的知識。除了上述流程知識外，還包含產品相關知識：產品的生命週期中從產品的研發到使用後的回收，這些產品相關的活動必須有特定知識的支援才能完成，例如產品的資源回收必須有資源回收的知識來支援。因此可將產品知識歸納為四大項：(1)產品的概括描述與特性描述，(2)產品開發與實現的知識，(3)產品使用的知識，(4)產品維護的知識(Uschold & Gruninger 1996)。

知識是結構化的經驗、價值、以及經過文字化的資訊，也包含專家獨特的見解(Davenport & Prusak 1998)。Nonaka & Takeuchi (1995)將企業內的知識分類為：(1)外顯知識與內隱知識；(2)個人知識與組織知識；(3)描述性的(Declarative)、程序性的(Procedural)及因果性的(Causal)知識。其中描述性的知識是指「know–what」的知識，即瞭解事件的

概念、組成與結構的知識；程序性的知識是指「know–how」的知識，即瞭解事件的執行程序、步驟、方法的知識；因果性的知識是指「know-why」的知識，即瞭解事件發生之原因(Quinn et al. 1996)。本研究將採這三種類型的知識分類，來進行知識存取控制的發展。

二、角色為基的存取控制模型(Role-Based Access Control; RBAC)

傳統的存取控制方法(圖1上)針對個別使用者來考量，適用於單一企業中使用者和物件不多的環境。一旦人員或資源產生異動，需要將使用者所有知識權限逐一取消或更動，如此使得權限控制的維護變得十分的困難與複雜。RBAC模型(Sandhu & Munawer 1998; Ferraiolo et al. 2001; Bacon et al. 2002)，如圖1下是以角色(Role)來當作授權的中介對象，使用者可以執行不同的角色，以控制其物件的存取權限。由於角色代表著企業一些職務的集合，本身變動的機會不大，透過如此「使用者—角色—物件」三層式架構，異動頻繁的使用者，例如離職、職務變動及職務代理等狀況，只需要更改使用者與角色的對映關係，可以簡化使用者授權的管理程序。

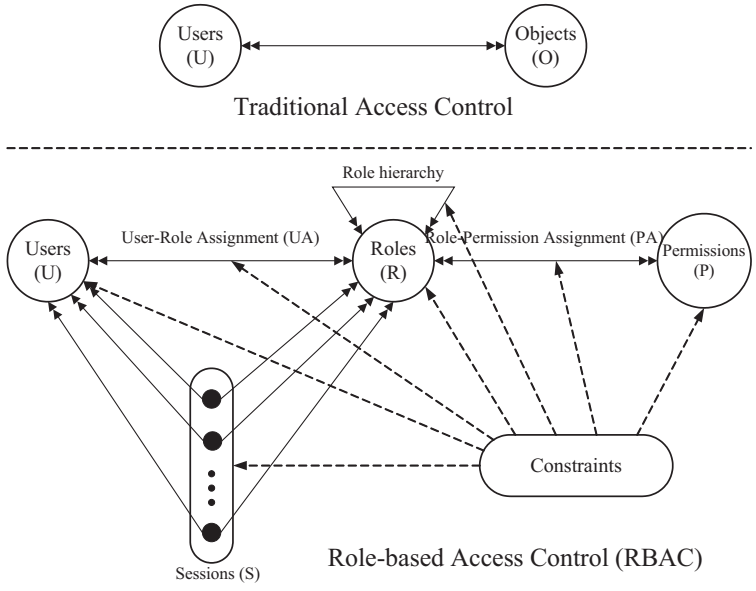

圖1：傳統及角色為基的存取控制模型

由於RBAC具備下列特性，因此企業普遍使用RBAC執行組織的授權管制：

1. 角色與使用者間的指派(User-Role Assignment; UA)：使用者透過分派取得角色，而且不只擁有一個角色；而同一個角色可分配給許多使用者。當使用者執行特定角色時，藉由sessions來進行，session為一存取控制活動的單位，在一個session中，使用者只能扮演一個角色。
2. 角色與權限之間分派（Role-Permission Assignment; PA）：是將職務的權限授予角色，在特定的角色中，為了能讓任務順利進行，相關單位會授予角色擁有許多

責任與資格，在訂定的範圍內來運用相關的權限。而權責則可依角色的需求，被分派到不同的角色。如此，在維護使用者與角色、角色與權責之間的關係時，使用者可以輕易移轉、新增或刪除角色，而權責亦可在角色間易於移轉、新增或刪除，如此可以簡化管理的複雜度及降低管理成本。

3. 最低基本權限(Least Privilege)：一個角色擁有許多不同的權限，一個使用者也可能具備多重角色，只有特定職務需要時，特定角色的權限才會授予給該職務，以避免權限遭到濫用。
4. 角色職務的階層與繼承(Role Hierarchy)：角色之間的階層關係，可以有權限繼承的關係，如此可以簡化授權管理。
5. 角色職務的分工(Separation of Duty)：職務分工是對多人控制安全政策，其主要目的是互斥的工作，由不同人來執行，以防止舞弊情況發生，如此才能符合企業資源管理的原則。關於職務分工，可分為兩項：

(1) Static Separation of Duty (SSD):事先訂定相關規範以避免指派同一位員工擁有相互衝突的角色職務，例如會計與出納是屬於互斥的職務，故不能將這二項職務同時分派給同一員工，避免發生弊端。因此，對於存在有利益衝突具有互斥性，在安全上較敏感的工作，必須分別由二個以上的人來擔任，此又稱為強互斥(Strong Exclusion)。

(2) Dynamic Separation of Duty (DSD):此種情況是員工可以同時授予指派兩個以上不同的職務，但在一個session，員工只能執行其中一個職務，此又稱為弱互斥(Weak Exclusion)。

三、 知識表達模型

自大量且毫無規則之資訊中所擷取之知識，應如何對其進行有效表達與理解，為知識表達方法成功之關鍵。知識表達的方法主要目的乃表達知識所隱含之事實、關係、及邏輯架構，將知識單位（如物件及概念等）與其之間關聯利用階層或推理規則表示，以便於使用者識別知識、理解知識及應用知識。就目前於知識管理領域中，經常使用之知識表達法有下列四類(Uschold & Gruninger 1996; Wiig 1993; Staab 2004)：

1. 法則式：以「If…Then…」子句建構所有知識規則，用於描述一特定判斷情況或一種因果關係，在「If」條件所描述之事件或情況成立時，執行「Then」之行動。其法則的形式有以下兩種：(1) If 前題 Then 結論，及(2) If 狀態 Then 動作。
2. 邏輯式：邏輯式知識表示法是一種正確推理之科學，其目的在以嚴謹及可證真偽之方式使用知識。
3. 框架式：框架（Frame）是一種資料紀錄之結構，可以對複雜實體、事件及觀念進行完整性之描述，主要由描述屬性之元件（Slot）集合所組成。
4. 語意網路：語意網是一種以網路結構為基礎知識表示法，其主要利用節點（Node）與弧（Arc）進行知識架構組成；當中，節點可以表示物件、概念或特定領域中的情境，而弧則表示節點間之關聯。

表1：知識表達模型比較表

表達法	優點	缺點
法則式	容易擴充及修改知識庫。	每條法則只能表示片段知識，不易表達較複雜或完整的知識。
邏輯式	最嚴謹的方式。	難以達到知識的分享與再利用。
框架式	容易發現階層性的關係。	缺乏靈活性。
語意網路	可任意擴增節點與弧，因而具有彈性的優點。	在處理複雜的事物時，顯現其結構化之不足，容易變得龐大而不易管理。

四、本體論特性分析

表1為四種知識表達法之特性與優缺點比較表，經本節分析得知沒有一個表達法能夠將完整知識具體地呈現出來，因此本小節將探討本體論之知識表達模式，本體論為目前最常被用知識管理中之知識呈現方式。

本體論(Ontology)是描述領域概念之明確標準的規格(Staab 2004)，本體論定義了基本的專有名詞與名詞間的關聯，包含領域的相關字彙、連結字彙的規則及自會間的延伸關聯。因此，本體論能夠使某個領域具有一般且可以共同使用的知識，讓人們或電腦之間可以溝通。本體論能夠描述與表現真實世界中特定領域的知識模型，這些知識模型可以是儲存於領域專家或成員的腦海中，為隱性(Tacit)且因人而異之認知，不易被有效的萃取與紀錄的知識。本體論工程的目的，即在於以系統化的方法與步驟，將抽象的領域知識，以概念實體、概念屬性與相互關係等元素加以定義，將其轉化為明確且正式的規格，使原本的隱性知識顯性化，並透過共通的字彙(Common Vocabulary)來表達與描述，使領域內外的成員皆得以共同分享領域知識。本體論之目標為：獲取相關的領域知識，以提供對該領域知識之共同理解，確定該領域內共同認可的辭彙，並以形式化定義出這些辭彙（術語）和辭彙之間的相互關係。

人類獲得知識的過程，是先對表層性知識作基本的認識，再深入學習更細部的知識，所以知識是按層次結構組織起來的，例如學生的教材是有層次性的，不僅有先後次序，而且有深淺之分。本研究利用本體論的基本元素來呈現知識的層次結構及描述概念層次的知識及知識間的關係，其基本元素有：(1)Concept Name：人類腦中的概念，例如腳踏車、休旅車及廂型車；(2)Slot：描述概念的屬性或概念間的關係；(3)Axiom：是原則或限制，其功能在於制定概念間或限制；(4)Instance：是概念的一個實例，實例將會繼承其概念的所有屬性或關聯，例如一部型號C321的腳踏車。

參、多層式本體論為基之知識表達架構

本節提出本體論為基的知識分享模式，進一步設計一多層式本體論為基之知識表達模型，能將不同型態的知識，依據知識的深淺包括表層性知識及深入的知識做表達，以呈現不同知識深淺所代表不同程度的重要性。本研究以此知識表達模型作為知識存取控

制及跨企業知識分享的基礎。

一、本體論為基的知識分享模式設計

由於使用者依據在企業中所扮演的角色，來決定所能使用的知識權限，每一種角色對於知識的需求有不同的深淺或層次的需求，隨著角色被分派的任務，亦可能改變使用者的權限。任務、角色及概念知識之間又存在相互的影響的關係，因此必須分享彼此所被賦予的知識，才能完成企業的目標。本研究分析知識分享的模式，可分為下列三種情況：

1. 角色知識分享：角色代表企業中職務的集合，角色被分派負責不同任務的執行，企業中藉由角色的合作或互動來完成企業的目標，因此藉由角色間不同的互動關係，可以分享其他角色所需的知識。例如，研發工程師的角色除了需要腳踏車研發的知識外，他尚需要一些有產品在生產量化階段的知識，這樣才能設計出好又容易加工生產的產品。
2. 任務知識分享：角色執行被賦予的任務時，每一個任務有其支援任務完成的知識，由於與其他任務的互動關係，在執行時可以分享到支援執行該任務的相關知識。例如任務的執行先後次序，在腳踏車的設計任務中，必須先設計車架，再設計變速系統，因此當工作者在執行變速系統設計任務時，他可能需要參考腳踏車架設計的相關知識或原理。
3. 概念知識分享：本體論所建構之知識概念層，以關係建構出知識間的關係，由於個人對知識概念的認知會有所差異，因此企業或虛擬企業中將出現許多認知差異的問題，藉由概念知識間關係的建構能夠處理此類問題。例如同義或子集合的問題，不同的知識概念對應到不同的實體知識，藉此達到概念知識的分享。

在虛擬企業中的知識分享模式，亦如同上述分析的結果，差異在於角色可能來自於不同的企業，以圖2為例，「FT 1」及「FT 2」為虛擬企業二項任務，彼此具有合作的關係，並分別指派給「Role 1」、「Role 2」、「Role 3」、「Role 4」及「Role 5」執行；「CK1」為一產品概念知識可映對至實體知識且為執行FT 2所需的知識；故Role 1可由於工作的需要分享到Role 3所擁有的知識，而「Role 1」與「Role 2」共同執行「FT 2」，因此可彼此分享所擁有的知識。

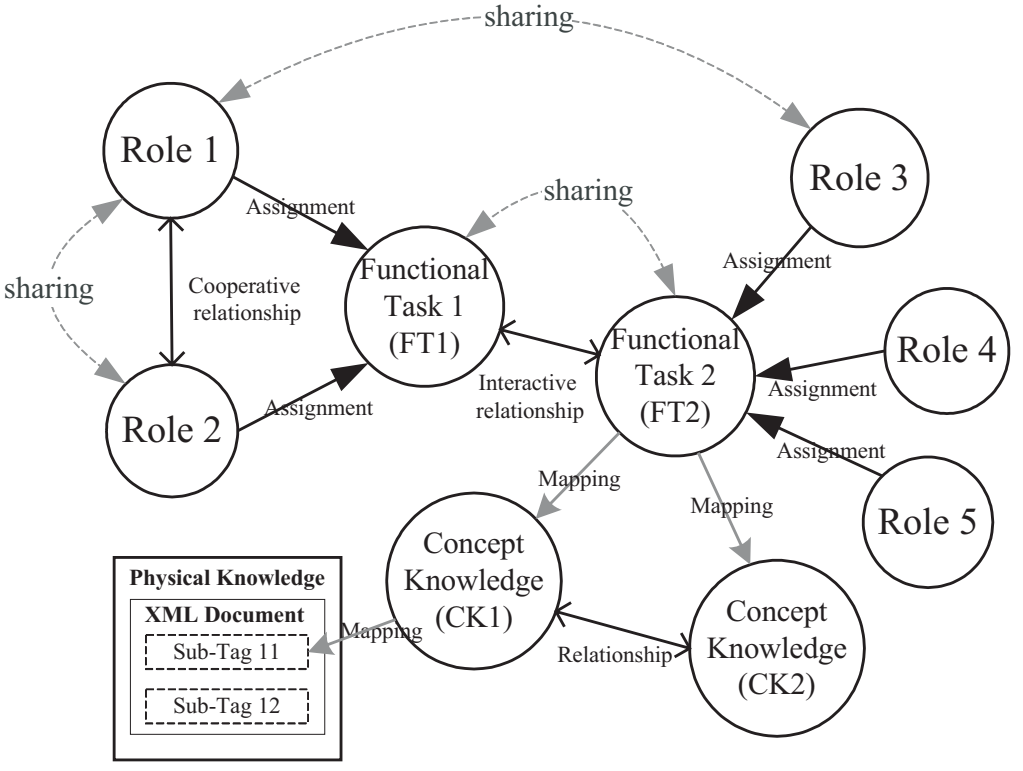

圖2：本體論為基的知識分享模式範例

二、多層式本體論為基之知識表達模型設計

本研究透過本體論來描述知識概念層的知識，並以不同的四個維度，呈現出「Who」、「What」、「When」及「Where」，以協助虛擬企業管理使用者對於知識的使用權限；一個工作者任職於那一家公司，即「Where」的維度；該工作者扮演何種角色，即「Who」的維度；這家公司正參加虛擬企業的運作，此工作者於某一個時間點正處理什麼產品生產任務，即分別為「When」與「What」的維度。以此四個維度來決定工作者被允許存取的知識，因此，相同的工作者的四個維度中有任何一個維度改變時，皆將影響該工作者使用知識的權限。依此概念，提出一多層式本體論為基之知識表達模型(圖3)，包含知識概念層、知識索引層及知識實體層。知識概念層主要表達領域內的主要概念，包含組織、活動及產品本體論。其中組織本體描述虛擬企業的組成及企業的組織結構，能夠對應到「Where」及「Who」兩個維度，活動本體描述企業的活動，產品本體描述企業所生產產品的組成，因此活動本體及產品本體對應出「What」維度，從時間的觀點「When」，不同階段的知識即可能有不同的使用權限或分享的限制，例如企業新開發的關鍵核心知識不允許分享，但經過時間的流逝，新知識已不再新，因此開放全公司的員工使用。知識索引層主要描述概念層儲存於實體層之索引資訊，例如，某一「案例」之索引資訊結構；知識實體層為儲存不同類型之知識庫。

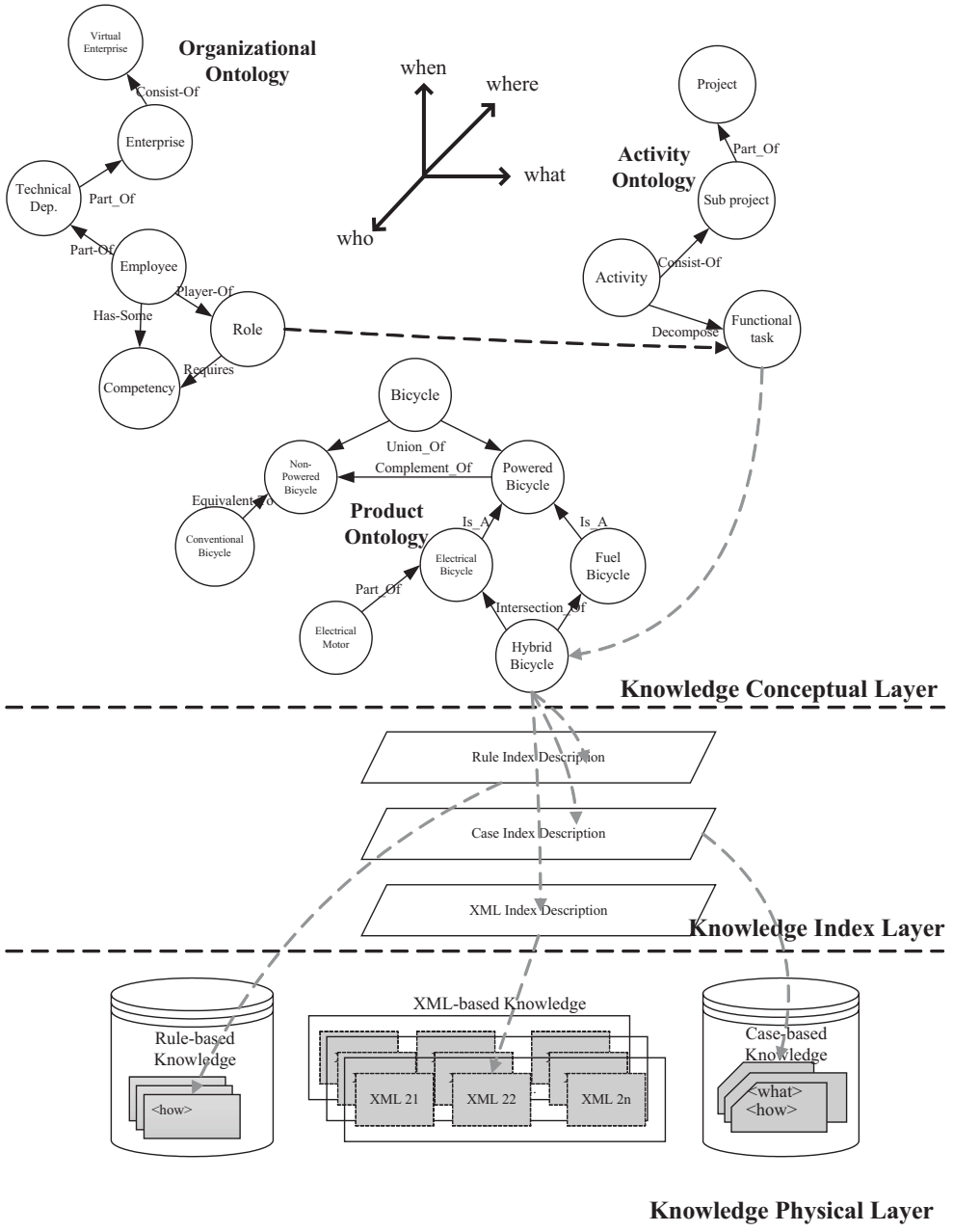

圖3：多層式本體論為基之知識表達模型

(一) 知識概念層(Knowledge Conceptual Layer)

知識概念層是由三個本體論組成，其細部說明如下：

1. 產品本體(Product Ontology)：描述產品領域的知識，利用圖4中左下角的七種關係來建構產品與產品間的關係，及產品與原物料的組成結構與規格。這七種關係包含：(1)子類別(Subclass)關係用於描述產品種類的分類，例如，電動腳踏車亦是

腳踏車的一種，因此電動腳踏車是腳踏車的子類別之一；(2)等價(Equivalence)關係用於描述產品概念的同義關係，例如，「腳踏車」與「bike」這兩個專有名詞具有等價的關係；(3)部分(Part of)關係用於指出一個產品的組成份子，即其零組件有哪些，例如，腳踏車是由車架及輪子等零組件所組成；(4)交集(Intersection)關係又稱為重疊(Overlap)關係，描述概念間所共同具有的交集概念，例如，混合式腳踏車為電動腳踏車及燃料腳踏車的交集概念，混合式腳踏車必須同時包含電動腳踏車及燃料腳踏車的特性；(5)子概念(Sub-concept)關係又稱為聯集(Union)關係，用於描述一個新的概念是由一些概念的聯集所得到，例如，混合式腳踏車同時具有電動腳踏車及燃料式腳踏車的特徵；(6)互補(Complement)關係用於指出兩種產品概念間不具有概念的交集，例如，電動腳踏車與燃料式腳踏車間的關係，因為是電動腳踏車就不會是燃料式腳踏車；及(7)實例(Instance)又可稱為類別的物件(Object)。將適當的知識分派給不同的產品概念，工作者可以藉由產品概念，獲得與個人工作或任務相關的產品知識的使用權限。圖4為腳踏車局部本體論的部份，應用上述的七種關係中的部分關係描述出此產品本體中的一部腳踏車的零組件有：煞車器、主車架、手把、變速器、前叉、車輪等；透過實例關係指出本公司所生產的城市腳踏車有型號「CB321」和「CB323」兩款實際的腳踏車產品。

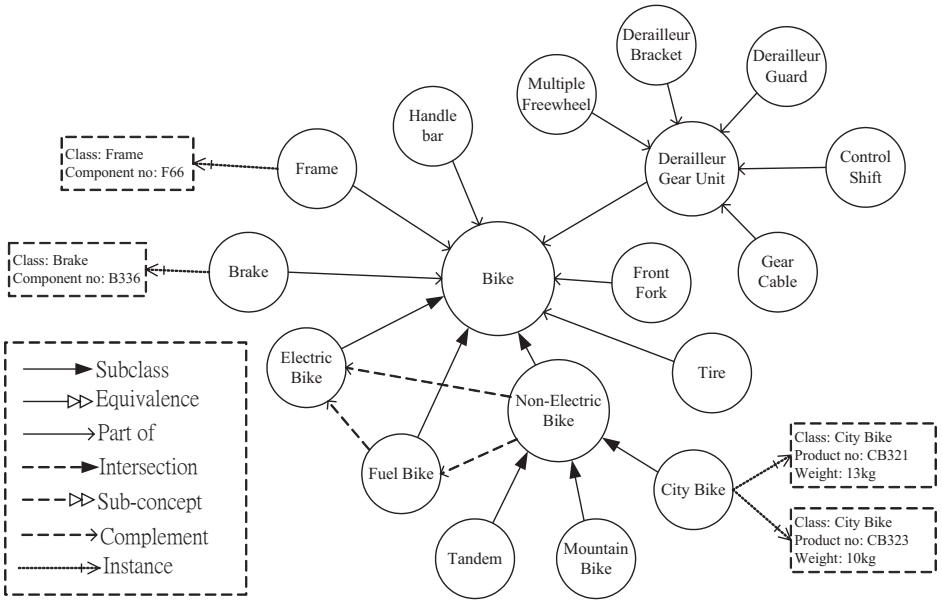

圖4：產品本體論

2. 組織本體(Organizational Ontology)：描述企業內部或虛擬企業角色的種類，並具體將角色概念予以形式化，賦予角色不同的知識使用權限，透過圖5下方所列的七種關係來描述角色概念與概念之間的連結關係，以得知角色及角色的合作或職務階層關係，進而能達到知識的分享。這七種關係延續在產品本體中所提的六種，除

實例關係之外，再加上角色階層(Role Hierarchy)關係，用來描述整個組織本體，不僅描述出虛擬企業的組織結構，同時陳現出所有參與虛擬企業所有企業成員的組織結構。如圖5所示，「General Engineer」為「Hardware Manager」及「Soft Manager」的上級主管，基於RBAC的角色階層的權限管理的方式，「General Engineer」雖不具有「Hardware Manager」及「Soft Manager」的身份，可以使用授予「Hardware Manager」及「Soft Manager」的知識；「Design Engineer」及「Programming Engineer」皆為「Engineer」的角色，在知識的使用權限上，「Design Engineer」及「Programming Engineer」可以使用授予「Engineer」角色的知識。

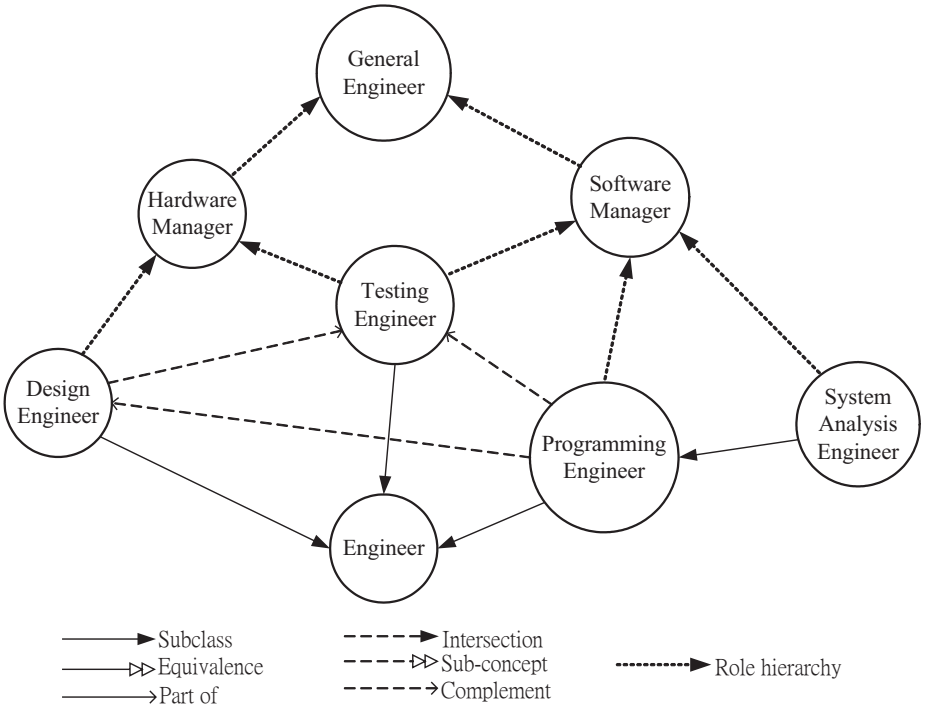

圖5：組織本體論

3. 活動本體(Activity Ontology)：描述專案、流程與任務間的關係，使用圖6下方的七種關係來進行任務概念與任務概念的連結，以得知專案、流程及活動之間的組成。這七種關係一樣延續自產品本體中的六種關係，再加上執行先後次序(Prior Sequence)關係，來指出兩個活動概念間的執行先後次序，例如「Task T2」執行完後，「Task T3」才能夠被執行。如圖6為一個活動本體部份的例子，其中「Project P1」主要包含兩個流程「Process P1」及「Process P2」；子流程「Sub-process SP1」由三個任務所組成，執行的次序分別為「Task T1」、「Task T2」和「Task T3」。每一個專案、流程或任務概念皆可以被賦予相關的知識，即執行此任務所需的知識，當一個使用者分派執行該任務時，他即擁有該知識的存取權限。

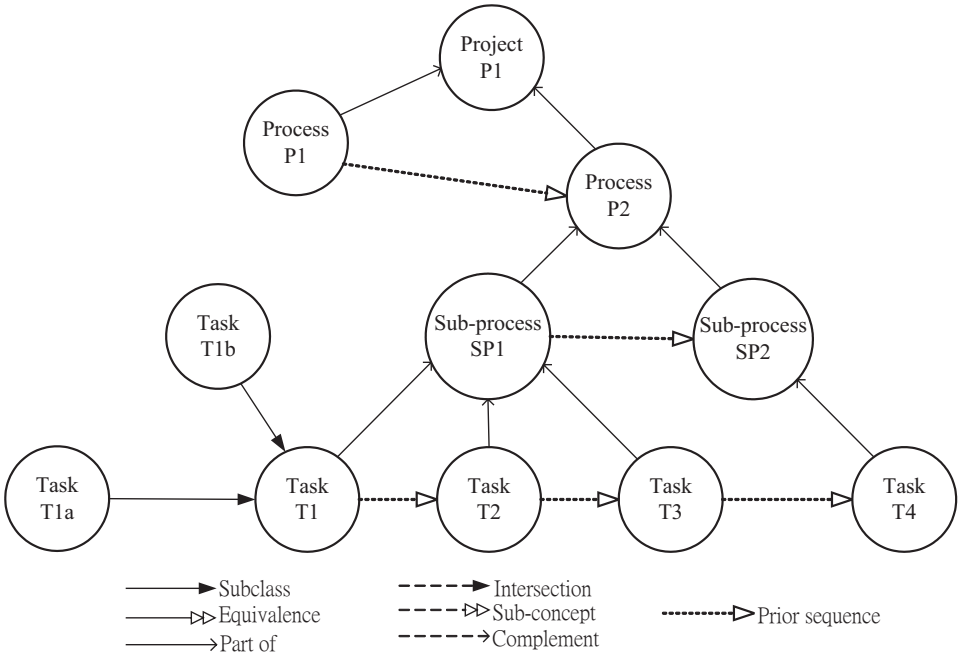

圖6：活動本體論

(二) 知識索引層(Knowledge Index Layer)

知識索引層所扮演的角色為指引(Pointer)概念層知識對映到實體層知識的某些具體元素或具體元素的部分集合。例如：當一設計工程師在進行登山腳踏車的設計，所需的知識(包含「know-what」、「know-why」及「know-how」) 可以結構化成許多的儲存模式，儲存於知識庫中，如案例(Case)、規則(Rule)及XML文件的型態。這三類最經常被使用知識表達法的知識索引說明如下：

1. 規則知識索引：針對規則知識所設計，記錄每一Rule區段為何種知識類型，並指示每一區段以「If-Then」格式描述的知識的起始點及結束點。
2. 案例知識索引：針對案例知識所設計，包含二個主要的部分：(1) 記錄每一問題為何種知識類型(Problem Type)，及所描述關於此類問題之特徵(Property ID)；(2) 記錄每一解答為何種類型(Solution Type)，而解答可能為一經驗記錄或為一程序描述。
3. XML文件索引：記錄XML文件每一區段包含元素及屬性所描述知識類型為何及起始與結束。

(三) 知識實體層(Knowledge Physical Layer)

儲存區的知識實體包含關聯式資料庫、XML文件、 Word文件、圖形、規則、案例等，且又可依其結構分為結構化、半結構化與非結構化三大類，並可將實體知識分為三類：描述性的知識、程序性的知識、因果性的知識，本研究針對案例式及程序式知識表達模式說明如下：

1. 案例式知識表達：一個案例需包含問題描述和問題解決兩部份。問題描述部份的內容均是關於此案例所欲解決問題之描述，這些描述內容通常是關於問題的特徵集合，而解決的過程與答案，除了記錄實際發生之經驗外，同時也可對映到一「參考程序」，以作為解決此問題之參考--標準作業程序。
2. 程序式知識表達：知識可能由多個「程序性知識」所組成。一般來說「程序性知識」包含法規、角色、工作與路徑的描述，而這些知識多用於解決特定問題與描述特定的作業流程，換句話說，程序為「完成某一目標之一連串的任務」，代表作業間之流程次序，流程中亦包含了許多的法則，依據法則執行作業，並形成一個動態的程序。而法則式知識表示法可以以「IF THEN」的形式表現，「IF」的部分是前提，「THEN」的部分是結論。當「IF」的狀況成立時，「THEN」的結論則成立。

肆、 虛擬企業知識分享存取控制方法

本節以本研究所提出的多層式本體論為基的知識表達模型的知識概念層為基礎，發展虛擬企業知識存取控制的方法，以管理虛擬企業中所有工作者的知識使用權限，本研究所提出之知識存取控制模型(圖7)，詳細說明於下面小節中。

一、本體論為基之虛擬企業知識分享存取控制模型設計

基於(1)虛擬企業的特性，(2)虛擬企業工作者知識分享的特殊需求，及(3)多層式的知識表達的模型，提出一虛擬企業知識存取控制模型(圖7)，此模型可適應虛擬企業分散式環境下的知識安全的需求，提供一個彈性的機制讓安全管理者可以決定：(1)使用者存取知識的權限，(2)限制知識的使用時機及操作，(3)知識分享的廣度及深度。由圖7中，可以看出，虛擬企業(Virtual Enterprise)執行專案(Project)，專案包含多個功能性任務(Functional Task)、多個虛擬企業角色(VE Role)及知識存取控制策略(Knowledge Access Control Policy)所構成。一個虛擬企業透過分派(Assignment)可以同時執行一到多個專案，一個虛擬企業則是由多個企業成員(Enterprise Member)所共同組成，虛擬企業角色負責執行功能性任務；實際上，虛擬企業角色是分派給企業成員中的角色(Role)來執行，企業成員可能有許多工作者(稱為知識使用者)參加虛擬企業的實際運作，實際操作上，使用者(User)可以扮演一到多個角色來參與企業或虛擬企業的運作，功能性任務、虛擬企業角色及企業角色皆被分派適當的知識使用權限，以協助使用者達成虛擬企業的目標。此模型中所有的元素(Element)及關係(Relationship) 分別詳細定義及說明如下。

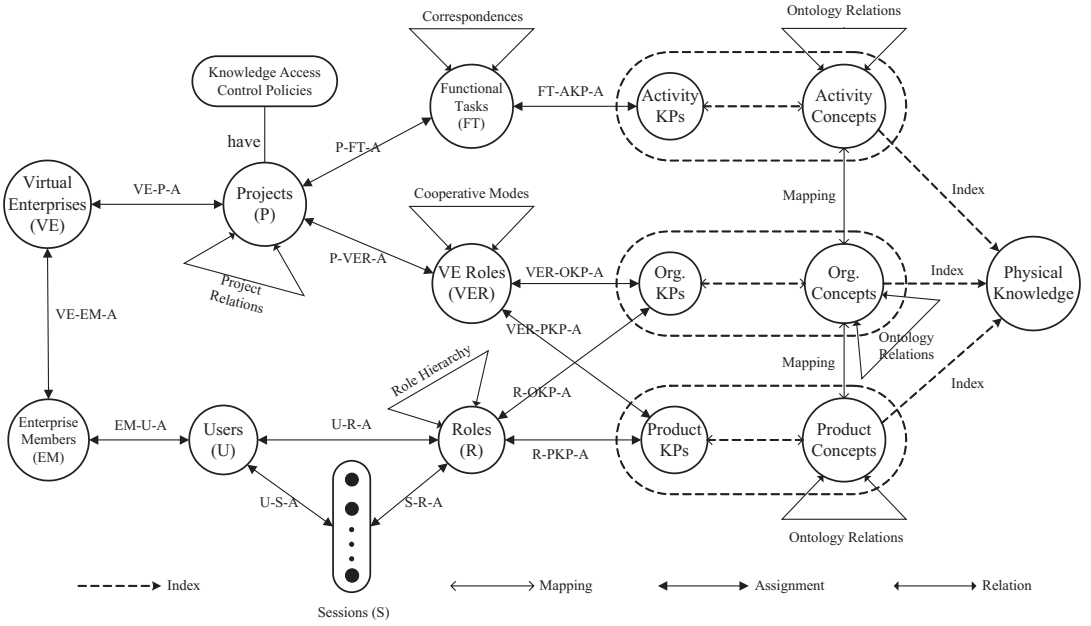

圖7：虛擬企業知識分享存取控制模型

(一) 基本元素定義

虛擬企業知識存取控制模型是以RBAC的概念為基，並參考Chen et al. (2006)所提出的虛擬企業存取控制模型來發展，其中主要元素包含RBAC的「User」、「Session」及「Role」等元素，這些請參考第二小節的介紹，其他主要元素分別定義如下：

1. 虛擬企業(Virtual Enterprise; VE)：為一群具有不同專長及核心能力的企業，以策略聯盟的方式所組成的暫時性組織，以分工協同的合作方式參與專案(Project)的執行。
2. 專案(Project; P)：為虛擬企業活動的基本單位，一個專案由一個虛擬企業來負責執行，可根據任務需求，進一步拆解為數個子專案，子專案繼承專案的特徵，因此子專案亦分派由一個虛擬企業來執行，透過專案關係(Project Relation)能夠描述專案與專案或子專案的關係，進一步地可建構出虛擬企業間的關係，例如合作或衝突。
3. 企業成員(Enterprise Member; EM)：參與虛擬企業的組織，可以是企業、部門或人類個體，企業成員中指派部分人員參與虛擬企業實際的運作，這些參與人員(Users)將被分派明確的任務。在虛擬企業的環境下，允許企業組織同時參與多個虛擬企業的運作，因此，企業成員之間可能同時存在複雜的競爭及合作的關係。
4. 虛擬企業角色(Virtual Enterprise Role; VER)：為執行虛擬企業功能及任務而創造的角色，每一個虛擬企業角色可以由不同的企業成員的內部角色(Role)來執行，隨著虛擬企業而形成，當虛擬企業結束，則隨即消失，它不具有RBAC模型中的角色階層關係，一個虛擬企業角色可執行數個虛擬企業的功能性任務(Function Task)。

5. 功能性任務(Functional Task; FT)：為虛擬企業任務的基本單位，一個專案的主要活動可以分解為多個有順序性的功能性任務，並且分派給不同的虛擬企業角色執行。虛擬企業依功能性任務所需的知識，將概念層的知識，即概念(Concept)分派給功能性任務。因此，企業的實體知識即透過概念知識分派予功能任務，使得負責執行此任務者，可以依權限使用該項知識。
6. 概念知識本體(Conceptual Knowledge Ontology)：包含概念知識層中的三個本體論(組織本體、活動本體及產品本體)所描述的概念知識，用於描述實體知識所有語義內容相關的特殊概念，類似查詢知識文件所需的關鍵詞，因此當使用者對一個特殊的概念發出存取的要求時，存取權限必須對此概念與其相關概念一起檢查，檢驗是否權限執行存取動作，例如讀取或寫入。
7. 知識權限(Knowledge Permission; KP)：指知識及可被執行的操作模式所成的集合，操作模式例如讀和寫。知識權限包含: (1)分派的權限，是透過元素間分派所得的知識存取權限；(2)擴展的權限，是透過知識概念層中，概念知識的擴展及延伸所獲得的知識存取權限。知識權限可以從多層式知識表達模型的知識概念層中的三個不同的本體論來獲得，可區分成三類：(1)活動知識權限(Activity KP)、(2)組織知識權限(Organizational KP)及(3)產品知識權限(Product KP)，分別對應到不同的知識概念本體。以產品知識權限為例，對腳踏車變速器知識具讀取及修改即為一個產品知識權限。
8. 實體知識(Physical Knowledge)：指以不同的資料結構，實際儲存於資料容器或儲存在某人員大腦中的知識，這些知識可以是屬於虛擬企業或企業成員，實體知識的物件可能對應到三個本體論中的多個概念知識，因此需確認每一實體知識物件是由那些概念知識及存取權限。
9. 知識存取控制策略(Knowledge Access Control Policy; KACP)：虛擬企業在運作時，應根據知識管理與分享的安全需求，由所有企業成員共同制定彼此皆能接受的規則，依此建構成知識存取控制策略，做為虛擬企業知識存取的依據。知識存取控制策略的優點為組織有不同的安全需求時，只需調整知識存取控制策略，一個存取控制策略由多個規則(Rules)所組成，規則可以根據需求分為指派規則(Assignment Rule)、限制規則(Constraint Rule)及擴展規則(Propagation Rule)。限制規則及擴展規則中；指派規則會建立所有元素授權關係，若在指派規則未能完全表示授權限制時，可使用限制規則再加以規定，而擴展規則表示權限可擴展的範圍。

(二) 基本關係定義

關係是兩個集合中元素的二元的分派，用於連繫兩個元素的對應關係，例如「User-Role-Assignment (U-R-A)」即為一個分派關係，用於描述一個使用者元素可以執行的角色有哪幾個，本模型中的關係可進一步區分成四類，分別為分派(Assignment)、索引(Index)、對應(Mapping)及關係(Relation)。本模型中的分派關係除了延伸自RBAC中所提之外，幾個新的分派關係被提出(如圖7所示)，例如「VE-EM-A」用於描述虛擬企

業及其企業成員間的關係，「EM-U-A」用於描述企業成員包含哪些工作者，「VER-FT-A」用於描述虛擬企業角色所負責執行的功能任務有哪些，「FT-AKP-A」描述分派給一個功能任務的活動知識權限有哪些，「VE-P-A」描述虛擬企業所執行的專案是哪幾個，「U-S-A」及「S-R-A」用於描述使用者在何session可以扮演哪些企業角色，「R-VER-A」指出企業角色被分派負責扮演的虛擬企業角色是哪幾個。索引則延伸自多層式的知識表達模型的知識索引層，用於連接概念知識與實體知識。

對應(Mapping)則用於連接不同的本體論中的概念知識，使知識的使用權限可以往不同的本體論向外延伸，例如，在活動本體中的一個概念「烤漆」可以透過mapping關係對應到產品本體的概念「車架」，當同時將這兩個概念分派給工作者，該工作者可以獲得「烤漆」、「車架」及「車架烤漆」的相關知識。亦用於虛擬企業概念知識層，建構跨企業的本體論概念的對應。例如，「成員企業甲」的產品本體中一個概念「腳踏車」與「成員企業乙」的產品本體中一個概念「bike」是等價關係，可透過mapping建構對應關係，彼此分享知識。

本模型中的關係(Relation)包含三種，依序為專案關係、角色的合作模式及概念知識關係，分別定義及說明如下。

1. 專案關係(Project Relation)：用來描述專案的包含關係、交互關係、合作關係及優先次序，專案間透過不同專案關係的建置，及知識存取控制政策的調整，可以決定專案的知識是否可以分享或允許其他專案存取。本研究定義五種不同的專案關係，如下：

(1) 子集合關係(Subset Relation)：描述二個專案間子集合的依存關係，一個專案可以拆解成多個子專案，分別執行之。可以在知識存取控制策略中決定主專案及子專案間知識分享的程度，例如主專案的所有工作者可以參考所有子專案的工作進度表。

(2) 版本關係(Version Relation)：當二個專案具有版本的關係時，意指後一個版本的專案(Post-version Project)是由前一個版本專案(Pre-version Project)延伸而來；因此，Post-version Project可被允許參照它的Pre-version Project之產出。存在此專案關係的功能任務可以以對應(Correspondences)關係來建立功能任務的對應，Post-version Project的功能任務可以分享對應的Pre-version Project的功能任務的知識。

(3) 參考關係(Reference Relation)：安全管理者可以透過此關係的維繫，明確指出某一個專案(Referred-project)的知識可以被其他專案(Main-project)參照及分享，使得Main-project可以被允許參照Referred-project之知識及產出，但需考慮在安全的前題下，Referred-project那些知識是可以被Main-project的使用者參照。

(4) 流程關係(Process Relation)：描述同屬於一個專案下的子專案間具有執行順序的關係，即一個子專案執行完，另一個子專案才能開始執行，它可以決定優先執行的子專案的知識於那個時間點可以被分享給後執行的子專案。

(5) 互斥關係(Exclusive Relation)：指出二個專案間具有互斥關係，則不允許兩專案知識的分享，此關係用於維護知識的安全，使相互競爭的企業或使用者無法進行資源分享。

2. 虛擬企業角色的合作模式：會影響到知識的分享，有以下三種模式：

(1) 協同模式(Collaborative Mode)：數個虛擬企業角色共同執行單一功能任務，且對此功能任務知識的使用具有相同的權限，每一個虛擬企業角色皆擁有其他虛擬企業角色工作中所產生的知識或資源的使用權。

(2) 相依模式(Dependent Mode)：虛擬企業角色分別執行數個具有相關性功能任務，而這些功能任務的知識或產出具有相依性，因此必須能被其他虛擬企業角色即時的參照，以加速產品的開發的速率。

(3) 獨立模式(Independent Mode)：虛擬企業角色分別執行數個獨立不具相關性功能任務，因此這些功能任務的知識產出無法彼此分享。

3. 知識關係(Knowledge Relation)：知識本體中的資源藉由繼承與屬性產生關聯，透過本體論解釋知識實體間的關係，並將概念知識映對(Mapping)至實體知識上，有了本體論的基本觀念後，需有一個描述本體論的語言，以具體的語法呈現知識。比較目前本體論的語言，W3C所推薦的語言為OWL (Web Ontology Language)最廣為接受，OWL主要的精神是由敘述邏輯的概念演變而來，是為了呈現類別間之關係而採用敘述邏輯的概念。本研究採用OWL DL所提出的六種關係，子類別關係(Subclass Relationship)、等價關係(Equivalence Relationship)、組件關係(Part Relationship)、交集關係(Intersection Relationship)、交集關係(Intersection Relationship)、聯集關係(Union Relationship)及補集關係(Complement Relationship)，並在三個知識本體中，針對概念知識描述的需求，分別加入實例(Instance)、角色階層(Role Hierarchy)及執行次序(Prior Sequence)，分別用於定義其概念間的關係。藉由知識關係可以延伸使用者的知識存取權限，上述所提的本體論關係可以分為三種：可推論、部份可推論及不可推論，說明如下：

(1) 可推論關係(Inferable relationship)：可呈現所有的屬性，包含：a.二個概念間存在著等值(Equivalence)的關係；b.由整體(Whole)概念到部分(Part)概念之關係；c.由子概念(Subclass)到父概念(Superclass)之關係；d.由實例(Instance)到概念之關係。

(2) 部份可推論關係(Partially Inferable relationship)：可呈現部份屬性，即由父概念(Superclass)到子概念(Subclass)之關係。

(3) 不可推論關係(Un-Inferable relationship)：無法呈現屬性，即二個概念間存在著補集(Complement)的關係。

伍、系統架構與實作

本節提出一個虛擬企業知識存取控制系統架構(圖8)，可以區分成五層：使用者介面層、知識存取控制層、知識概念層、知識索引層、知識實體層。其中使用者介面層及知識存取控制層由下面六個核心元件及三個儲存容器組成：

1. 使用者知識存取介面(User Knowledge Access Interface)：提供使用者及系統管理者一個維護個人資料、存取控制模型及存取控制策略的介面，並提供使用者存取知

識的介面。

2. Protégé：本研究在本體論的建構及維護工作上，直接以美國Stanford大學SMI(Stanford Medical Informatics)研究所開發出來的本體論系統Protégé作為本體論建構與管理之工具。
3. 知識存取控制模型維護機制(Knowledge Access Control Model Maintenance Mechanism)：提供虛擬企業系統管理者建構及維護知識存取控制模型的服務，包含模型中所有元素及聯繫元素關係的新增、修改及刪除等服務，同時提供分派衝突的自動化檢測功能，避免不當的元素分派所致的洩密行動發生。
4. 知識存取控制策略維護機制(KACP Maintenance Mechanism)：分別提供虛擬企業及企業成員的系統安全管理者建構及維護VEACP及EMACP的服務，並提供即時的解譯服務，能在策略編寫時，立即發現VEACP與EMACP是否衝突或不一致。
5. 使用者身份辨識機制(User Identification Authentication Mechanism)：當使用者或管理者登入系統，根據使用者資料庫中的資料判斷是否為合法的使用者，之後將使用者個人資料送至授權評估引擎，進行使用者知識使用權限的評估作業。
6. 授權評估引擎(Authorization Evaluation Engine)：由Assigned Permission Generator及Propagated Permission Generator兩個核心元件所組成。前者根據 VEAC Model Repository及KACP Repository所提供的資料，找出使用者透過元素分派所擁有的知識權限；後者則是藉由評估概念知識的延伸及KACP中所允許的知識分享策略找出使用者被允許分享的知識。
7. 知識存取控制策略解譯器(KACP Interpreter)：負責解譯KACP，將結果提供給授權評估引擎，以評估使用者知識使用權限。
8. 知識存取控制策儲存器(KACP Repository)：儲存全部虛擬企業的KACP。
9. 虛擬企業存取控制模型儲存庫(Virtual Enterprise Access Control Model Repository)：儲存全部虛擬企業知識存取控制模型的資料，包含全部的元素及元素的分派與關係。

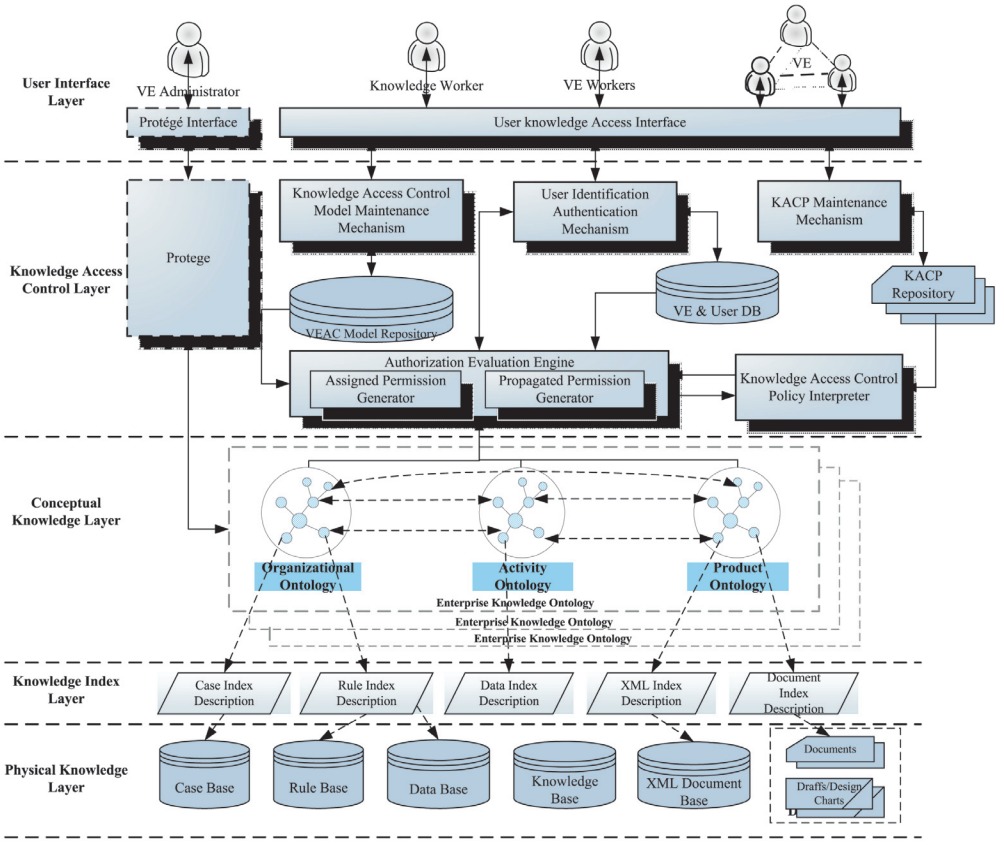

圖8：虛擬企業知識存取控制機制架構

應用本研究所提架構之系統，能夠進行實際虛擬企業案例的建構，在知識建構的部份分為概念知識及實體知識的建構，是以腳踏車發展之虛擬企業為例，知識的建構順序為：產品本體、組織本體、活動本體及程序式知識庫與案例式知識庫。透過OWL DL本體論表示法，將人員、活動及產品間的關係作一明確定義，以助虛擬企業在知識授權之過程，根據關係的擴展推論出使用者對於知識的權限範圍。下列三個步驟，分別建置產品、組織及流程的本體論。以建構產品本體論為例，首先定義領域知識與制訂詞彙，如表2為腳踏車產品與其組件之相關知識的列表；接著，以Protégé系統建構類別、屬性與實體如圖9，圖中左邊頁框為類別之階層圖，左邊頁框為選定類別的屬性值。

表2：產品本體之部份概念表

Conceptual item	Class/Property	Description	Mapping to Physical Knowledge
Bicycle	Class	The super-class of all types of bicycles	Know-what to bicycle
Non-Powered Bicycle	Class	The sub-class of the class Bicycle	Know-what to non-powered bicycle

Powered Bicycle	Class	The sub-class of the class Bicycle	Know-what to powered bicycle
Conventional Bicycle	Class	Equivalent to class Non-Powered Bicycle	Know-what to conventional bicycle
Electrical Bicycle	Class	The sub-class of the class Powered Bicycle	Know-what to electrical bicycle
Fuel Bicycle	Class	The sub-class of the class Powered Bicycle	Know-what to fuel bicycle
Hybrid Bicycle	Class	The intersection class of the two classes Electrical Bicycle and Fuel Bicycle	Know-what to hybrid bicycle
Electrical Motor	Class	A part of the class Electrical Bicycle	Know-what to electrical motor
Derailleur Gear Unit	Class	A part of the class Bicycle	Know-what to derailleur gear unit
Motor	Class	A part of the class Electrical Bicycle	Know-what to motor
Frame	Class	A part of the class Bicycle	Know-what to frame
Handle Bar	Class	A part of the class Bicycle	Know-what to handle bar
Front Fork	Class	A part of the class Bicycle	Know-what to front fork
Brake	Class	A part of the class Bicycle	Know-what to brake
Saddle	Class	A part of the class Bicycle	Know-what to saddle
Power switch	Data Property	A part of the class Electrical Bicycle	Know-what to power switch

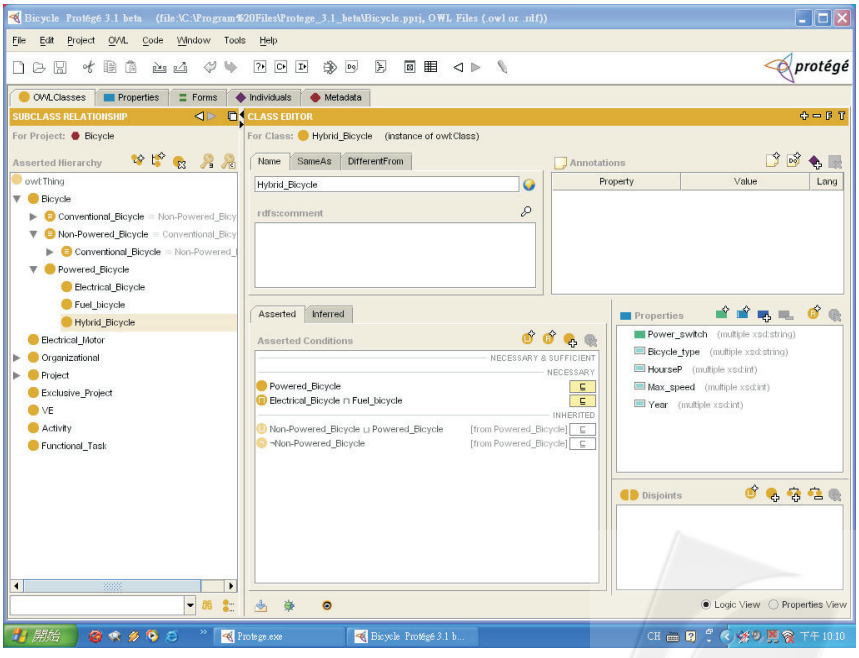

圖9：使用Protégé建構產品本體畫面

接著建構組織本體論，定義企業組織中所有的角色詞彙及角色間的關係，接著，以Protégé系統建構類別、屬性與實體。最後，建構活動本體論，定義企業流程、活動及任務，並描述任務與任務間的關係，之後以Protégé系統建構之。

由於本研究將「程序式知識」與「案例式知識」作為本體論內概念之實體，因此在Protégé系統中，會記錄每一個「實體編號(Instance ID)」。另外，記錄「程序式知識」之內容會儲存於XML文件，建構案例內容與前述之「程序式知識」建構過程相同，先建構案例之概要知識，再建構案例內容，案例內容依據案例之「屬性」與「解決過程」儲存於關聯式資料庫。

當知識建構完畢後，若使用者進入虛擬企業知識管理系統，輸入帳號及密碼驗證無誤後，系統可判斷出使用者所服務之公司及其所扮演的角色，根據使用者的身分及任務產生所用者存取知識的權限，假設該使用者目前進行腳踏車零件開發的工作，因此即可存取有關腳踏車零件相關的知識文件。由於虛擬企業是由多個企業協同合作，知識會分別儲存於各個企業中，因此使用者可選擇進行公司內部知識文件的存取，或是公司外部知識文件存取的服務。

陸、結論與討論

在虛擬企業的環境之下，企業若能與其他組織建立良好的信任合作關係，積極從事知識分享活動，將有助於發展持續性的競爭優勢。當虛擬企業以跨企業的協同合作的方式進行產品開發時，知識必須能夠有效的即時的在所有企業成員間流通及分享。知識分享不同於一般資訊的分享，故需要一個能適應複雜度較高的知識儲存模式及支援虛擬企業分散及暫時性特性的存取控制技術與方法，以保護虛擬企業知識資產，使虛擬企業的知識能根據合法的使用權限，即時支援所有虛擬企業工作者工作的進行，進而提昇虛擬企業整體競爭力。

本研究著重於虛擬企業知識存取控制方法、模型及技術的研究，針對虛擬企業分散及協同運作的特性，考慮所有來自不同企業的工作者對知識使用權限的管理及分享的需求，及本體論對知識的表達及整合的能力，提出一個本體論為基的知識分享模型，進一步設計一個多層式的本體論為基的知識表達架構模型。在這個本研究所提出的知識架構模型之下，設計虛擬企業知識分享的存取控制的方法，包含(1)一個本體論為基的存取控制模型、(2)為知識分享而設計的知識授權擴展模式、及(3)知識存取控制策略的架構。

由於上述所列舉的研究產出，使得(1)知識能夠跨企業的被分享給需要的工作者；(2)透過本體能較明確的描述企業概念層的知識；(3)透過概念間關係的建立，解決企業中或企業間知識的異質性；及(4)使用者的知識存取權限能及時反應商業環境的變化，提供較安全的知識權限的管理。

延續本研究所提出方法及模型，未來主要的研究工作有以下四項：

1. 目前概念層知識與實體層知識的對應是以手動方式產生，但由於實體層的知識常會發生異動的(新增、刪除及修改)情形，未來期許發展一個以類神經網路為基的

映對(Mapping)方法，能夠自動處理此問題，提高管理者的管理績效。

2. 知識文件格式配置的設計，本研究將知識文件視為可分為「know-what」、「know-why」及「know-how」三類，但未考慮以何種方式做切割，這也是未來主要工作之一。
3. 本體論可呈現各種知識的來源，可視為知識索引，但發生異動時，如何更新本體論及使用者如何取得相關的資料，未來期望設計一相似度比對的方法，將關鍵字與資料做比對，過濾門檻值並且做排序。
4. 在知識分享的決策上，應該不只是明確的允許或拒絕，未來將使用模糊理論及模糊推論系統來處理不明確的知識分享的決策，使本模型能更符合虛擬企業知識分享的需求。

致謝

本研究承蒙行政院國家科會委員會提供專題研究計畫經費補助(計畫編號：NSC95-2218-E-343-001)，特此致謝。

參考文獻

1. Bacon, J., Moody, K., and Yao, W. "A Model of OASIS Role-based Access Control and Its Support for Active Security," *ACM Transactions on Information and System Security* (5:4) 2002, pp: 492-540.
2. Bertino, E., Khan, L.R., Sandhu, R., and Thuraisingham, B. "Secure Knowledge Management: Confidentiality, Trust, and Privacy," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part A: Systems and Humans* (36:3) 2006, pp: 429-438.
3. Chen, T.-Y., Chen, Y.-M., Wang C.-B., and Chu, H.-C. (2006) "Development of an Access Control Model, System Architecture and Approaches for Information Sharing in Virtual Enterprise," *Computers in Industry* (58: 1) 2007, pp: 57-73.
4. Davenport, T. H. and Prusak, L. *Working Knowledge: How Organization Manage What They Know*, Harvard Business School, 1998.
5. Ferraiolo, D.F., Sandhu R., Gavrila, S., Kuhn, D.R., and Chandramouli R. "Proposed NIST Standard for Role-based Access Control," *ACM Transactions on Information and System Security* (5:3) 2001, pp: 224-274.
6. Furst, K., Schmidt, T., and Wippel, G., "Managing Access in Extended Enterprise Networks," *IEEE Internet Computing* (1:6) 2002, pp: 67-74.
7. Nonaka, I. and Takeuchi, H., *The Knowledge Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamic of Innovation*, New York: Oxford University, 1995.
8. Quinn, J.B., Anderson, P., and Finkelstein, S. "Managing Professional Intellect: Making

the Most of the Best," *Harvard Business Review, March-April*, 1996, pp: 71-80.

9. Rao, H. R., and Upadhyaya S. J. "Special Issue on Secure Knowledge Management," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part A: Systems and Humans* (36:3) 2006, pp: 418-420.
10. Sandhu, R., and Munawer, Q. "The RRA97 Model for Role-based Administration of Role Hierarchies," *Proceedings of the 14th Annual Conference on Computer Security Applications* 1998, pp: 39-49.
11. Singh, R., and Salam, A. F. "Semantic Information Assurance for Secure Distributed Knowledge Management: a Business Process Perspective," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part A: Systems and Humans* (36:3) 2006, pp: 472-486.
12. Staab, S. "Knowledge Representation with Ontologies: The Present and Future," *IEEE Computer Society* 2004, pp: 72-81.
13. Strader, T. J., Lin, F.R. and Shaw, M. J. "Information Infrastructure for Electronic Virtual Organization Management," *Decision Support Systems* (23:1) 1998, pp: 75-94.
14. Uschold, M. and Gruninger, M. "Ontologies: Principles, Methods and Applications," *The Knowledge Engineering Review* (11:2) 1996, pp: 93-136.
15. Wiig, K.M., *Knowledge Management Foundations: Thinking about Thinking–How People and Organizations Create, Represent, and Use Knowledge*, Arlington, TX: Schema Press, 1993.
16. Zhu, H.H., Chen, D.F. and Zhang, X.C. "*Research of Knowledge Chain in Intelligent Control,*" *Robotics, Intelligent Systems and Signal Processing*, 2003.

C.E.P.S.