



(21) 申請案號：112104949 (22) 申請日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 13 日
 (51) Int. Cl. : **G06F30/13 (2020.01)** **G06Q50/08 (2012.01)**
 (30) 優先權：2022/03/04 美國 63/316,609
 2023/02/09 美國 18/107,653
 (71) 申請人：美商斯拉特科技公司 (美國) SLATE TECHNOLOGIES INC. (US)
 美國
 (72) 發明人：庫馬爾 森蒂爾馬尼卡瓦斯加姆 KUMAR, SENTHIL MANICKAVASGAM (US) ;
 沙利文 丹尼爾 SULLIVAN, DANIEL (US) ; 哈欽斯 喬爾 HUTCHINES, JOEL
 (US)
 (74) 代理人：呂紹凡；洪珮瑜
 申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 66 頁

(54) 名稱

於計算環境中製造和定製建築組件的系統和方法

(57) 摘要

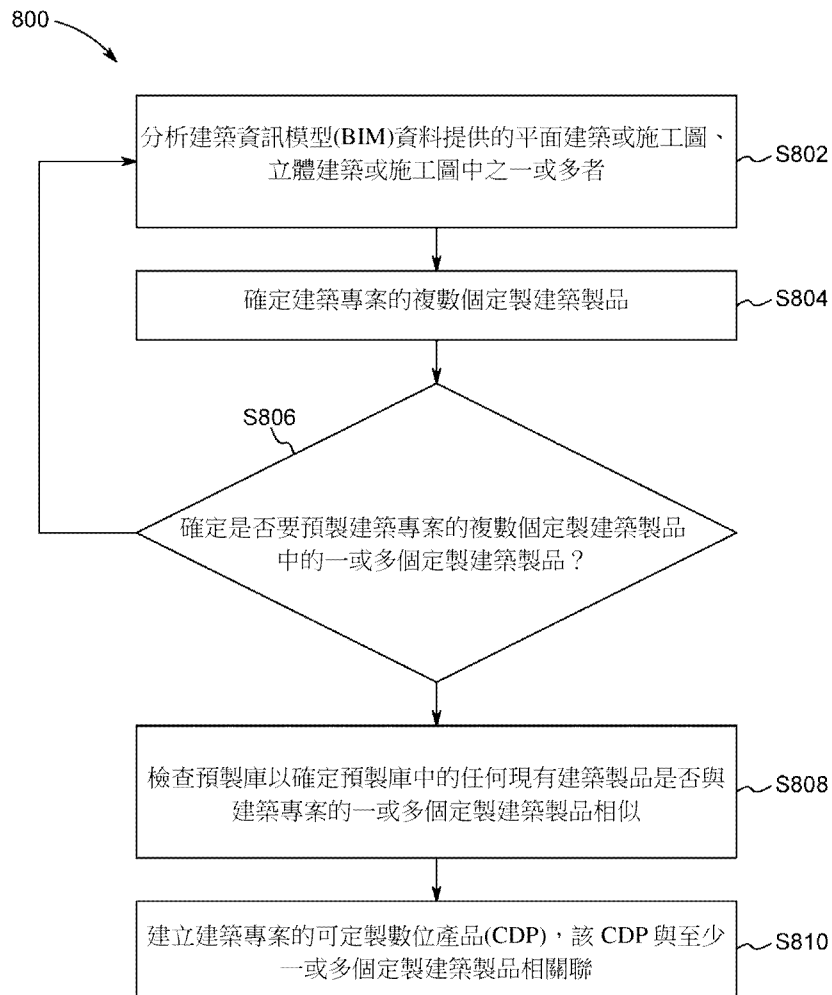
本發明揭示一種用於在計算環境中模擬產品的方法，該方法包括分析有關至少施工呈現的資料，基於資料分析確定針對建築專案預製至少一定製建築製品之要求，確定以下至少一項：有關至少一定製建築製品的意圖或至少一目標；及能夠基於該意圖或該至少一目標的確定，來模擬該至少一定製建築製品，以在圖形使用者界面中繪製產品的數位呈現。

A method for simulating a product in a computing environment includes analyzing data related to at least constructional representation, determining a requirement of prefabricating at least one custom construction artefact for a construction project based on the analysis of the data, determining at least one of: an intent or at least one objective associated with the at least one custom construction artefact, and enabling simulation of the at least custom construction artefact based on the determination of the intent or the at least one objective to render a digital representation of the product in a graphical user interface.

指定代表圖：

符號簡單說明：

S802~S810:步驟



【圖8】

【發明摘要】

【中文發明名稱】 於計算環境中製造和定製建築組件的系統和方法

【英文發明名稱】 SYSTEM AND METHOD FOR MANUFACTURE AND

CUSTOMIZATION OF CONSTRUCTION ASSEMBLIES IN A COMPUTING ENVIRONMENT

【中文】

本發明揭示一種用於在計算環境中模擬產品的方法，該方法包括分析有關至少施工呈現的資料，基於資料分析確定針對建築專案預製至少一定製建築製品之要求，確定以下至少一項：有關至少一定製建築製品的意圖或至少一目標；及能夠基於該意圖或該至少一目標的確定，來模擬該至少一定製建築製品，以在圖形使用者界面中繪製產品的數位呈現。

【英文】

A method for simulating a product in a computing environment includes analyzing data related to at least constructional representation, determining a requirement of prefabricating at least one custom construction artefact for a construction project based on the analysis of the data, determining at least one of: an intent or at least one objective associated with the at least one custom construction artefact, and enabling simulation of the at least custom construction artefact based on the determination of the intent or the at least one objective to render a digital representation of the product in a graphical user interface.

【指定代表圖】 圖8

【代表圖之符號簡單說明】 S802~S810 步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】 於計算環境中製造和定製建築組件的系統和方法

【英文發明名稱】 SYSTEM AND METHOD FOR MANUFACTURE AND

CUSTOMIZATION OF CONSTRUCTION ASSEMBLIES IN A COMPUTING ENVIRONMENT

【技術領域】

【0001】 本發明大體上關於人工智慧驅動的電腦輔助設計（CAD）、電腦輔助製造（CAM）、建築資訊模型（BIMS）以及用於建築專案的一般建築製品或組件。具體而言，本發明係關於工業化建築，簡化和最佳化設計，以滿足建築師的設計意圖，並最佳化建築製品或組裝的製造及/或組裝過程，用於建築專案。本發明大體上關於建築環境中的人工智慧（AI）和機器學習（ML）。特別是，該發明係關於ML、AI、認知系統、自學和可訓練系統的實施和使用，用於基於意圖的分解和計算模擬，以實現最佳的建築設計與製造。

【先前技術】

【0002】 本段內容描述的方式為所要追求的方式，但不必然為先前所構思或追求的一些方式。因此除非另有指示，否則不應僅憑藉包含在本段內容，就假設本段內容描述的任何方式都符合先前技術。

【0003】 傳統上來說，在建築行業中，建築專案的管理一直很複雜，涉及最佳化許多影響建築專案的建築規劃、成本、品質等的變化。特別是，建築專案的管理涉及建築物建設的幾種建築製品或組件之消費及/或預製，這在許多情況

下經證明為最佳。例如，建築製品或組件的材料必須採購、轉移到建築工地、組裝等，這對供應鏈、勞動力和其他可能效率低下方面造成依賴，並導致成本和進度超支、品質退化等。

【0004】 軟體解決方案可用於建築專案的每個步驟或階段，從規劃到設計再到實際施工。軟體的最終輸出可能是專案的模擬物流，並通過試算表或圖表表示來呈現。藉由使用該軟體並存取此最終輸出，使用者可了解各種情況下建築物、建築材料和其他系統之間的關係，並嘗試在決策過程中考慮這些因素。

【0005】 然而，當面對大量不同的輸入時，傳統解決方案無法即時或近乎即時地調整或做出決策，來考慮建築專案的動態特性。在實例中，解析作為自然語言輸入來提供的使用者查詢，以驅動需要與最先進的解析器（例如語言處理器）介接的輸出。當試圖根據使用者意圖驅動軟體輸出時，同樣的原理也適用，這可能不是明晰而是隱含的輸入。

【0006】 如上所述，常規系統依賴於手動和規則型方法（諸如僅接受某些使用者輸入），來產生基於特定方案的結果。因此，這些常規系統無法理解影響施工因素的動態變化，並且可能無法提供任何有意義的見解或可行的指導來改善建築設計。當影響施工時間表和設計的因素很多且多樣化時，這些問題就會進一步複雜。這些因素中的一些要預測，規劃和調適幾乎是不切實際，直到因素通過或可能以一定程度的確定性來實現。

【0007】 此外，建築行業目前屬於獨特和一次性服務。專業人士提供的服務，他們從成品形式的一系列圖形和書面表示中解釋了設計意圖，然後嘗試在沿途開發施工過程的同時製作已解決的建築形式。此過程涉及風險，通貨膨脹和效

率低下，從而導致建築形式的分辨率要比我們與日常生活中的世界其他任何事物相比要少得多（完整而準確的設計）。

【0008】 在過去的幾年中，人們非常關注BIM的採用以及如何幫助提高施工生產率。但是，資訊從建築師傳遞至專案經理需要經手的數次很多，才能達到建築形式。各方在施工前階段所擁有的資訊通常是誤解，不準確或過期到某種程度，從而導致從端到端沿高度孤立和隔間化的施工前過程造成重大問題。例如，工料測量師，估算員，總承包商團隊，分包商，勞務人員等可能會誤解資料，從而導致建築形式發生錯誤，造成財務不良。

【0009】 此外，BIM的解釋和執行存在另一問題是，許多團隊在有效建模，協調和建立所需細節以實際強化模型意圖方面遇到困難。這導致效率極低的過程，需要專家們將他們的知識和專業技能添加到已經解釋和修改的原始設計中，以獲得可建構的指令集。

【0010】 當涉及工業化建築時，這將被放大。製造方法，技術和機械的範圍需要額外的知識庫，這些知識庫影響整體設計，但還需要另一組圖紙及/或3D模型來建立代碼定義，在施工開始之前，繪製最初的設計只不過是設計意圖（希望的最終結果）之呈現。

【0011】 最後，在設計時還存在供應鏈關鍵指標可用性的問題。這些關鍵指標包括專案成本核算、物料清單、機器代碼、調度和物流。就目前而言，這些指標通常不會被納入BIM的建構，這對專案團隊造成很大的傷害。因此，很難即時知道定製需要什麼，需要多少成本，專案交付時間，以及通過在頁面上簡單繪製一方形底座，即可準確了解所需材料的數量、尺寸和交貨時間。

【0012】 因此，需要解決上述需求以及現有技術的其他低效率技術解決方案。因此，本領域需要更有效改進和執行建築專案的施工週期。尤其是，需要有用於建築專案的建築製品或組件的高效設計、製造和定製之系統、裝置和方法。此外，需要簡化組件的專案交付。需要即時向設計人員提供專案結果的可見性。需要整合該處理，以將更多設計製成更準確解析的組件。還需要更好自動化專案執行，並降低重新設置資料時人為錯誤的風險。

【發明內容】

【0013】 此申請案根據35 U.S.C. §119(e)主張2022年3月4日申請，標題為「System and Method for Design, Manufacture, and Customization of Construction Assemblies」，第63/316,609號的共同待審美國臨時專利申請案之優先權，其整個內容在此援引併入本文供參考。

【0014】 本申請案主張於2021年11月18日申請，標題為「Method and System for Multi-Factor Optimization of Schedules and Resource Recommendations for Smart Construction Utilizing Human and Machine Cognition」，第63/280,881號美國臨時申請案；2022年3月1日申請，標題為「Intelligence Driven Method and System for Multi-Factor optimization of Schedules and Resource Recommendations for Smart Construction」，第17/683,858號美國專利申請案；2022年3月29日申請，標題為「System and methods for intent-based factorization and computational simulation」，第63/324,715號美國臨時申請案；及2022年8月24日申請，標題為「System and Method for Computational Simulation and Augmented/Virtual Reality in a

Construction Environment」，第17/894,418號美國專利申請案，其整個內容在此援引併入本文供參考，就如同在本文中做了充分闡述一樣。

【0015】 以下為本發明中一些具體實施例的總結，以提供對本文所揭示各個態樣的基本理解。此發明內容並非本發明的延伸概觀。不用於識別本發明的重大或關鍵元素，或描繪本發明範疇。其目的在於以一簡化形式呈現本發明某些具體實施例，當成以下實施方式的前言。

【0016】 在此揭示解決至少一些上述挑戰和問題的AI型系統和相對方法之具體實施例。本發明藉由在工地外執行建築專案的某些態樣或階段，以預製若干定製建築製品或組件或模組（例如，建築構件，諸如牆壁、桁架、固定裝置、窗戶、管道間、地板組件、屋頂組件等）。

【0017】 在一具體實施例中，本發明主題揭示一種用於在計算環境中模擬產品之方法。該方法包含：分析有關施工呈現的資料；基於資料分析確定針對建築專案預製至少一定製建築製品之要求，確定以下至少一項：有關至少一定製建築製品的意圖和至少一目標；以及能夠基於該意圖或該至少一目標的確定，來模擬該至少一定製建築製品，以在圖形使用者界面中繪製產品的數位呈現。

【0018】 在本發明的一具體實施例中，分析有關施工呈現的資料包含分析來自建築專案中的多個平面圖、建築專案的施工進度表、建築專案中業務處理工作流程內的相關工作清單、有關建築專案的從屬關係清單、建築專案的材料需求以及建築專案的人工需求中之一或多者的資料。

【0019】 在本發明的一具體實施例中，確定以下至少一項：有關至少一定製建築製品的該意圖和該至少一目標至少基於：評估拆卸、運輸和重新組裝至少一要在建築工地預製的定製建築製品之可行性。

【0020】 在本發明的一具體實施例中，該方法更包含搜尋一或多個現有建築製品的資料庫，以確定該資料庫中是否存在與至少一待預製的定製建築製品相似之至少一現有建築製品；及基於確定不存在於該搜尋中，觸發模擬要預製的至少一定製建築製品。

【0021】 在本發明的一具體實施例中，該施工呈現對應於所提供的建築或施工圖。

【0022】 在本發明的一具體實施例中，分析有關該施工呈現的資料包含分析來自以下一或多項的資料：一平面建築或施工圖、及一立體建築或施工圖。

【0023】 在本發明的一具體實施例中，該方法更包含至少基於以下建構用於建築專案的產品：至少基於以下一或多項用於製造要預製的至少一定製建築製品之最佳設計：預製庫的現有建築製品、有關建築專案的實體元件、建築專案的施工性質、建築專案的地理以及有關建築專案的局部拓撲佈局。

【0024】 在本發明的一具體實施例中，該方法更包含針對該計算出的最佳設計輸出一組最佳設計參數，以滿足待預製的至少一定製建築製品之組裝要求。

【0025】 在本發明的一具體實施例中，模擬至少一定製建築製品包含提供視覺顯示給待預製的至少一定製建築製品之使用者，並且使該使用者能夠通過到待預製的至少一定製建築製品的界面（例如，圖形使用者界面）來執行修改。

【0026】 在本發明的一具體實施例中，模擬該至少一定製建築製品包含確定待預製的該至少一定製建築製品是否與高於臨界值的一信賴度分數相關聯。

【圖式簡單說明】

【0027】 當結合圖式考慮時，藉由參考較佳具體實施例的詳細描述將變得明白本發明的進一步優點：

【0028】 圖1例示根據一具體實施例的一範例網路架構。

【0029】 圖2例示根據一具體實施例之針對建築專案設計、製造和定製建築製品或組件之範例計算系統。

【0030】 圖3為例示根據一具體實施例之檔案模型到機具（F2F）服務的使用概述之示意圖。

【0031】 圖4為例示根據一具體實施例之可定製數位產品（CDP）的範例輸入與輸出之示意圖。

【0032】 圖5為例示根據一具體實施例之可定製數位產品（CDP）的開發之示意圖。

【0033】 圖6為例示根據一具體實施例之整合從建築物到相關材料供應商的多個可定製數位產品（CDP）之示意圖。

【0034】 圖7為例示根據一具體實施例之使用檔案模型到機具（F2F）服務的示意圖。

【0035】 圖8為例示根據一具體實施例之針對建築專案建構可定製數位產品（CDP）之方法步驟的示範流程圖。

【0036】 圖9為例示根據一具體實施例之針對建築專案建構可定製數位產品（CDP）之方法步驟的另一示範流程圖。

【實施方式】

【0037】 呈現以下詳細描述以使熟習該項技術者能夠製造和使用本發明。出於解釋的目的，闡述具體細節以提供對本發明的透徹理解。但是，熟習該項技術者應了解，實施本發明不需要這些具體細節。具體應用的描述僅作為代表性範例提供。熟習該項技術者應明白此等較佳具體實施例可進行各種修改，而且本文所定義的通用原理可應用於其他具體實施例和申請案而不悖離本發明之範疇。本發明並非欲受限於本文所示的具體實施例，而係符合與本文所揭示之原理及新穎特徵相一致之最廣可能範疇。

【0038】 本文根據以下概要在各段落中描述多個具體實施例：

- 1.0 一般概觀
- 2.0 結構概觀
- 3.0 功能概觀
 - 3.1 可定製數位產品子系統
 - 3.2 工廠界面與交付物流子系統
 - 3.3 市場子系統
- 4.0 檔案模型到機具服務
- 5.0 程序概觀
- 6.0 基於意圖的設計和計算模擬流程
- 7.0 揭示的其他態樣

【0039】 呈現以下詳細描述以使任何熟習該項技術者能夠製造和使用本發明。出於解釋的目的，闡述具體細節以提供對本發明的透徹理解。但是，熟習該項技術者應了解，實施本發明不需要這些具體細節。具體應用的描述僅作為代表性範例提供。熟習該項技術者應明白此等較佳具體實施例可進行各種修改，而

且本文所定義的通用原理可應用於其他具體實施例和申請案而不悖離本發明之範疇。本發明並非欲受限於本文所示的具體實施例，而係符合與本文所揭示之原理及新穎特徵相一致之最廣可能範疇。

【0040】 1.0 一般概觀

【0041】 規劃任何與建築相關的活動通常涉及多個處理和實施，包括生成和管理部分或全部施工設計、相關工程的圖表和數位呈現，以及有關真實環境中進行施工相關的人力、設備和材料資源的若干演素法驅動之規劃和管理。該處理涉及建立建築模型的數位孿生虛實整合（Digital twin）（例如，在圖形使用者界面中呈現的虛擬呈現），以及模擬建築專案的各種處理和事件。例如，這些態樣可包括施工進度、工作包、工作單、材料需求的順序和時間、採購進度、時間和採購來源等。在上述虛擬呈現建立過程中，另考慮其他態樣，包括人力、持續時間、對生態系統因素的依賴、建築區域的拓撲結構、天氣模式和周圍交通。此外，成本參數、時間表、對監管處理的理解和遵守以及環境因素也在規劃中發揮重要作用。

【0042】 本文描述的技術涉及一種用於在計算環境中模擬產品的方法，該方法包括分析有關至少一施工呈現的資料；基於該資料分析來確定有關施工呈現的預製至少一定製建築製品（用於建築專案）之要求，確定以下至少一項：有關至少一定製建築製品的意圖或至少一目標，並且能夠基於意圖或至少一目標的確定來模擬至少一定製建築製品，以在圖形使用者界面中繪製產品的數位呈現。

【0043】 根據本發明的具體實施例，分析有關該施工呈現的資料包括針對建築專案分析來自以下一或多項的資料：平面圖、施工進度表、業務處理流程中的至少一項工作、相關性、材料要求和至少一項人力要求。

【0044】 根據本發明的具體實施例，確定以下至少一項：有關至少一定製建築製品的該意圖和該至少一目標至少基於：評估拆卸、運輸和重新組裝至少一要在建築工地預製的定製建築製品之可行性。

【0045】 根據本發明的具體實施例，確定需求是基於搜尋一或多個現有建築製品的資料庫，以確定該資料庫中是否存在與至少一定製建築製品相似的至少一現有建築製品。

【0046】 根據本發明的具體實施例，確定至少一目標和導致模擬至少一定製建築製品的意圖是基於確定該資料庫中不存在與至少一定製建築製品相似的至少一現有建築製品。

【0047】 根據本發明的具體實施例，施工呈現對應於由至少建築資訊模型（BIM）資料提供的建築或施工圖。

【0048】 根據本發明的具體實施例，分析有關該施工呈現的資料包括分析來自以下一或多項的資料：一平面建築或施工圖、以及一立體建築或施工圖。

【0049】 本發明旨在簡化建築專案的管理。這是通過改進和提高建築專案的建設週期來實現的，例如，通過在工地以外的地方路由或執行建築專案的某些態樣，以在此預製可行時，預製一些定製建築製品（例如，建築構件，諸如牆壁、桁架、固定裝置、窗戶、管道間、地板構件、屋頂構件等）。

【0050】 參考圖1-9更詳細描述方法和系統各種具體實施例。從整個發明的揭露將其他具體實施例、態樣和特徵變得顯而易見。

【0051】 某些術語和詞語已在整個發明中使用，並且在正在揭示的文中將具有以下含義。

【0052】 本文使用的術語「建築專案」有時簡稱為「專案」，可指將建築物、結構或基礎設施建造、翻新、翻建等的有組織處理。專案處理通常可從總體要求開始，該要求是通過建立簡短的可行性研究、選擇研究、設計、融資和施工來製定。

【0053】 本文使用的術語「可定製數位產品（CDP）」可代表已開發以具有相關供應鏈團隊可實現的確切內容之限制和參數的參數化組件。在不悖離本發明範疇的情況下，術語「產品」可與用語「物品」互換使用。

【0054】 本文使用的術語「建築資訊模型（BIM）」可指由各種工具、技術和合約支撐的實體和處理，涉及建築結構的物理和功能特性之數位呈現的生成和管理。BIM可能是電腦產生的檔案（通常但不總是採用專有格式並包含專有資料），其可提取、交換或聯網以支援有關建築資產的決策。此外，規劃、設計、建造、運營和維護建築物和各種實體基礎設施（例如水、垃圾、電力、天然氣、通訊設施、公路、鐵路、橋樑、港口和隧道）的個人、企業和政府機構可能會使用BIM軟體。BIM資料可包括建築組件的維度資料（例如，2至6或更多維度）、空間資訊、材料資訊、截面圖、立面圖和鳥瞰圖、平面圖、地基等。建築組件的尺寸資料可作為BIM模型的一部分包含在內。

【0055】 本文使用的術語「建築製品」可指由人類工藝生產或塑造並且可與建築行業相關的物體。在不悖離本發明範疇的情況下，術語「建築製品」可與術語「建築組件」或術語「建築模組」互換使用。範例建築製品是建築組件，例如牆壁、桁架、固定裝置、窗戶、管道間、地板組件、天花板組件等。

【0056】 本文使用的術語「資料庫」可指通常以電子方式儲存在電腦系統中的結構化資訊或資料之有組織集合。在不悖離本發明範疇的情況下，術語「資料庫」可與用語「圖書館」互換使用。

【0057】 本文使用的術語「供應鏈團隊」可指將設計轉化為實體產品所需的人員和職能。職能的非限制清單包括製造商、裝配商、採購商、原物料供應商和成本估算商。

【0058】 「網路」可指經由通訊路徑互連的一系列節點或網路元件。在一實例中，網路可包括任何數量的軟體及/或硬體元件相互連結，以通過已建立的通訊路徑來建立通信路徑和路由資料/流量。根據本發明的具體實施例，該網路可包括但不限於網際網路，區域網路 (LAN)、廣域網路 (WAN)，物聯網 (IoT) 網路及/或無線網路。此外，根據本發明的具體實施例，該網路可包括但不限於銅傳輸電纜，光傳輸光纖，無線傳輸，路由器，防火牆，交換器，閘道電腦及/或邊緣伺服器。

【0059】 「裝置」指可使用電氣、機械、熱力等功率和具有多個零件之設備，每個設備都具有定義的功能，並共同執行特定工作。根據本發明的具體實施例，裝置可包括但不限於一或多個IoT裝置。此外，一或多個物聯網裝置可能是相關的，但不限於連接的設施、智慧型家庭保全系統、自動農業設備、可穿戴健康監視器、智慧型工廠設備、無線庫存追蹤器、超高速度無線網際網路、生物識別網路安全掃描器以及運輸容器與物流追蹤。

【0060】 「處理器」可包括執行根據本發明具體實施例所描述方法的模組。處理器的模組可編程到處理器的積體電路中，或載入記憶體、儲存裝置或網路或其組合中。

【0061】 「機器學習」可指對電腦演算法的研究，這些演算法可通過經驗和資料的使用自動改進。機器學習演算法至少基於樣本資料（稱為「訓練資料」）建構模型，以在沒有明確編寫的情況下做出預測或決策。機器學習演算法用於各種應用，例如醫學、電子郵件過濾、語音識別和電腦視覺，在這些應用中很難或無法開發傳統演算法來執行所需的工作。

【0062】 在機器學習中，一常見的工作是研究和建構可從資料中學習並對資料進行預測的演算法。此演算法通過根據輸入資料建構數學模型，來進行資料驅動的預測或決策。這些用於建構模型的輸入資料通常分為多個資料集。特別是，模型建立的各個階段通常使用三個資料集：訓練集、驗證集和測試集。該模型最初適用於「訓練資料集」，這是一組用於適配模型參數的範例。使用監督學習方法在訓練資料集上訓練模型。該模型使用該訓練資料集運行並產生一結果，然後將其與該訓練資料集中每個輸入向量的目標進行比較。至少基於比較的結果和所使用的特定學習演算法，來調整模型的參數。模型適配度可包括變數選擇和參數評估。

【0063】 隨後，適配模型用於預測對稱為「驗證資料集」的第二資料集中觀察結果之回應。驗證資料集在調整模型的超參數時提供對訓練資料集的模型適配度之無偏評估。最後，「測試資料集」是用於對訓練資料集上的最終模型進行無偏評估之資料集。

【0064】 本文所揭示的機器學習模型可包括適當的分類器和ML方法。一些ML演算法包括（1）多層感測器、支援向量機、貝葉斯學習、K最近鄰或樸素貝葉斯作為監督學習的一部分，（2）生成對抗網路作為半監督學習的一部分，（3）無監督學習利用自動編碼器、高斯混合和K均值聚類進行學習，以及（4）

強化學習（例如，使用0學習演算法、使用時間差分學習）和其他合適的學習方式。應用知識轉移，並且對於小型設備，執行模型的二值化和量化以最佳化ML模型的資源。多個ML模型的每個模組可實現以下一或多個：回歸演算法（例如，普通最小二乘法、邏輯回歸、逐步回歸、多元自適應回歸樣條、局部估計散點圖平滑等）、基於實例的方法（例如，k近鄰、學習向量量化、自組織映射等）、正規化方法（例如，嶺回歸、最小絕對收縮和選擇運算子、彈性網等）、決策樹學習方法（例如分類和回歸樹、迭代二分法3、C4.5、卡方自動交互檢測、多元自適應回歸樣條、梯度增強機等）、貝葉斯方法（例如，樸素貝葉斯、平均單相關估計器、貝葉斯信念網路等）、核方法（例如支援向量機、徑向基函數、線性判別分析等）、聚類方法（例如，k均值聚類、期望最大化等），關聯規則學習演算法（例如，Eclat演算法等），人工神經網路模型（例如，感測器方法，反向傳播方法，自組織映射方法，學習向量量化方法等）、深度學習演算法（例如，受限的玻爾茲曼機、深度信念網路方法、卷積網路方法、堆疊自動編碼器方法等）、降維方法（例如，主成分分析、偏最小二乘回歸、多維尺度等）。圖1中系統100的每個處理部分可另外利用：用於計算指導、推薦、機器學習或其組合的概率、啟發式、確定性或其他合適的方法。然而，任何合適的機器學習方法可以其他方式併入系統中。此外，可在本發明系統中使用任何合適的模型（例如，機器學習、非機器學習等）。

【0065】 參考圖1-9更詳細描述本發明的具體實施例。

【0066】 2.0 結構概觀

【0067】 圖1例示可實現本發明中各種具體實施例的範例聯網電腦系統100。為了說明清楚的範例，圖1以簡化的示意性格式顯示，並且其他具體實施例

可包括更多、更少或不同的元件。本發明中的圖1和其他附圖以及所有說明書和申請專利範圍旨在呈現、公開和要求保護技術系統和技術方法。所揭示的技術系統和方法包括專門編寫的電腦，使用專門用途的分散式電腦系統設計和進行編寫以執行所描述功能的指令。這些元件的執行是為了提供計算技術的實際應用，以解決最佳化計劃、資源分配和工作排序的問題，以進行規劃和執行。以這種方式，本發明提出技術問題的技術解決方案，以及對該發明或申請專利範圍的任何解釋，涵蓋專利適格性的任何司法排除事項，諸如抽象思想、心理過程、組織人類活動的方法或數學演算法，在本發明中並不支援並且是錯誤的。

【0068】 在一些具體實施例中，聯網的電腦系統100可包括一（或多個）用戶端電腦104、一伺服器電腦106和一資料儲存庫130，其經由網路102直接或間接通訊連結。在一具體實施例中，伺服器電腦106廣泛表示一或多台電腦，例如一或多台桌上型電腦、伺服器電腦、伺服器農場、雲端計算平台、並行電腦、公共或私有資料中心內的虛擬計算實例，及/或基於伺服器的應用程式實例。伺服器電腦106可由用戶端電腦104通過網路102存取，例如，以要求時間表或資源推薦並進行查詢。用戶端電腦104可包括桌上型電腦、膝上型電腦、平板電腦、智慧型手機或允許存取伺服器電腦106的任何其他類型計算裝置。圖1中的元件意在表示一可行的具體實施例，但不意在侷限或限制可在其他具體實施例中使用的元件數量。

【0069】 伺服器電腦106可包括組織中的一或多個電腦程式或程式指令序列。此組織實施人工智慧/機器學習演算法以產生有關各種需求的資料，例如建築專案中的設計考慮因素、控制功能、通知功能、監控功能和修改功能。一組不同甚至相互排斥的程式或指令序列組織在一起，以實現不同的功能來產生有關

設計考慮因素的資料。此集合可包括子系統1、子系統2和子系統3，如圖2所示。在一些具體實施例中，為了與模組化和功能分離的合理軟體工程原則保持一致，子系統1、子系統2和子系統3各自實現為邏輯上獨立的程式、處理或程式庫。其也可不受限制實施為硬體模組或硬體和軟體模組兩者的組合。

【0070】 在一具體實施例中，聯網的電腦系統100可為AI系統並且可包括用戶端電腦104、伺服器電腦106和資料儲存庫130，其通過網路102彼此通訊連結。範例AI型系統說明於2021年11月18日申請，標題為「Method and System for Multi-Factor Optimization of Schedules and Resource Recommendations for Smart Construction Utilizing Human and Machine Cognition」，第63/280,881號美國臨時申請案；2022年3月1日申請，標題為「Intelligence Driven Method and System for Multi-Factor optimization of Schedules and Resource Recommendations for Smart Construction」，第17/683,858號美國專利申請案；2022年3月29日申請，標題為「System and methods for intent-based factorization and computational simulation」，第63/324,715號美國臨時申請案；及2022年8月24日申請，標題為「System and Method for Computational Simulation and Augmented/Virtual Reality in a Construction Environment」，第17/894,418號美國專利申請案，其整個內容在此援引併入本文供參考，就如同在本文中做了充分闡述一樣。在一具體實施例中，伺服器電腦106的一或多個組件可包括一配置成執行儲存在非暫態電腦可讀取媒體中的程式指令之處理器。

【0071】 本文所述的電腦可執行指令可為CPU指令集中的機器可執行代碼，並且可基於用Python、JAVA、C、C++、OBJECTIVE-C或任何其他人類可讀的編程語言或環境編寫的原始碼進行編譯，單獨或與JAVASCRIPT中的腳本、其

他腳本語言和其他編程源文字結合使用。在另一具體實施例中，編程指令另可代表一或多個原始碼檔案或專案，其以數位方式儲存在大容量儲存裝置中，例如非揮發性RAM或磁碟儲存裝置，在圖1的系統或單獨的儲存庫系統中，其在編譯或解釋時引起可執行指令產生，這些可執行指令繼而在執行時引起電腦執行本文參考那些指令描述的功能或操作。換句話說，該圖可表示程式設計師或軟體開發人員組織和安排原始碼以便稍後編譯成可執行檔案，或解釋成位元組碼或等同物，以供伺服器電腦106執行的方式。

【0072】 伺服器電腦106可通訊連結到資料儲存庫130。資料儲存庫130包括預製資料庫和設計資料庫。在一具體實施例中，預製資料庫可儲存與先前產生的現有工廠預製建築製品相關之資料，並且設計資料庫可儲存與設計元素相關的資料。資料儲存庫130可包括可由伺服器電腦106使用的附加資料庫。此資料庫在上述申請案中有所描述，這些申請案在此援引併入本文供參考，就如同在本文中做了充分闡述一樣。每個資料庫可使用記憶體來實施，例如，RAM、EEPROM、快閃記憶體、硬碟機、光碟機、固態記憶體或適合於資料庫儲存設備的任何類型記憶體。

【0073】 3.0 功能概觀

【0074】 圖2例示根據一具體實施例，為建築專案設計、製造和定製建築製品（也稱為建築組件或建築模組）的示範計算系統200。計算系統200在本文中可稱為產品模擬系統。在一具體實施例中，伺服器電腦106類似設置為計算系統200。如圖2中所示，計算系統200可包括但不限於CDP子系統（在圖2中表示為子系統1）、工廠界面和交付物流子系統（在圖2中表示為子系統2），以及市場子

系統（在圖2中表示為子系統3）。計算系統200的子系統根據使用需求，以非常規方式相互操作，以改進並使建築專案的建設週期更有效率。

【0075】 3.1 可定製數位產品子系統

【0076】 在一具體實施例中，CDP子系統可包括但不限於普遍需求分析器模組202、設計意圖分析器模組204、可行性評估器模組206、預製設計複合材料模組208和CDP模組210。這些模組中的每一者可實施本文描述的一或多個AI/ML技術。

【0077】 在一具體實施例中，普遍需求分析器模組202可分析BIM資料，包括有關一或多個建築專案的建築物/平面圖的圖紙。範例圖可為平面建築或施工圖，也可以是BIM資料提供的立體建築或施工圖。BIM資料當成輸入資料，可通過子系統1的BIM界面212接收。例如，BIM界面212可具有消費/接收多個BIM模型以及多個BIM模型版本並保留用於下游處理的配置之能力。BIM界面212可從使用者輸入及/或圖1的資料儲存庫130接收輸入的BIM資料。

【0078】 在一具體實施例中，普遍需求分析器模組202可以下一或多項進行分析：有關建築物的一或多個建築專案之建築/平面圖、一或多個建築專案的施工進度表、一或多個建築專案的業務處理流程中之相關工作清單，有關一或多個建築專案的依賴關係清單、一或多個建築專案的材料需求、及一或多個建築專案的人力需求。在一些具體實施例中，普遍需求分析器模組202可使用一或多個AI及/或ML演算法來執行分析。更此外，普遍需求分析器模組202可根據輸入的BIM資料計算一或多個建築專案中多個定製建築製品，並且可進一步計算有關一或多個建設專案的材料之現場製造和組裝時間、材料和人工成本。在一具體實施例中，普遍需求分析器模組202在計算多個定製建築製品時可參考系統目標及/或

環境考慮 — 例如，系統目標可為在特定時間線內完成一或多個建築專案。其他系統目標也是可能的。此外，環境考慮可包括但不限於，如果要在淺水道上建造的結構能夠承受低於零的溫度、高濕度、繁忙的地面交通、繁忙的車輛交通、碳限制等。範例建築製品是建築組件，例如牆壁、桁架、固定裝置、窗戶、管道間、地板組件、天花板組件等。

【0079】 此外，普遍需求分析器模組202可確定是否預製用於一或多個建築專案的多個定製建築製品中之一或多個定製建築製品，並且可進一步評估為一或多個建築專案預製一或多個定製建築製品是否有益（例如，在時間和成本方面）。普遍需求分析器模組202可使用AI和ML來即時了解（一或多個建築製品的）定製需要什麼（使用有關一或多個建築製品的一或多個訓練資料集）以及其成本多少、專案交付時間以及可能需要材料（對於一或多個建築製品）的確切數量、尺寸和交貨時間。此外，普遍需求分析器模組202可理解事實上影響一或多個定製建築製品的動態變化，並且可提供有意義的見解或可操作的指導，以改進設計和製造一或多個定製建築製品的方式。在一些具體實施例中，普遍需求分析器模組202可使用一或多個計算演算法來執行評估，包括但不限於AI及/或ML演算法、暴力演算法、貪婪演算法、回溯演算法及/或遞迴演算法。例如，如果某些建築製品的工地外製造或採購在時間、品質和成本方面是可行的選擇，則普遍需求分析器模組202的一或多個計算演算法模型可能表明需要工廠預製可定製建築製品。在一些實施例中，一種或多種計算演算法（至少包括AI及/或ML演算法）可設計為考慮一些因素（可能影響施工進度和設計），這些因素幾乎無法預測、計劃和適應，直到這些因素發生或可能以某種程度的確定性發生。在一些具體實施例中，計算系統200識別可預製的定製建築製品之元件。

【0080】 此外，普遍需求分析器模組202可檢查預製庫，以查看是否有任何工廠預製的定製建築製品已經存在於預製庫中。例如，回應於確定將預製一或多個建築專案的一或多個定製建築製品，普遍需求分析器模組202可檢查預製庫，以確定與用於一或多個建築專案的一或多個定製建築製品相似的一或多個現有建築製品是否存在於預製庫中。在一具體實施例中，一或多個現有建築製品類似於預製庫中存在的一或多個建築項目的一或多個定製建築製品，至少當它們都具有許多共同特性時及/或當兩者都有許多共同特徵時。特性的範例可包括但不限於與建築製品相關的物理特性、機械特性、化學特性、電特性、磁特性和熱特性中之一或多個。特徵的範例可包括但不限於自然界中的豐富性、成本、易於製造和維修、老化（磨損和撕裂）、形狀、尺寸和不同季節的溫度中之一或多者。

【0081】 此外，普遍需求分析器模組202可隨著確定在預製件庫中不存在類似於一或多個建築專案的一或多個定製建築製品的現有建築製品，以推薦不同於待預製的一或多個定製建築製品的一或多個現有建築製品。在一實施例中，如果現有建築製品中沒有與一或多個建築專案的一或多個定製建築製品相似，則計算系統200可推薦一或多個現有的預製製品，這些製品具有可比性並適合識別最接近當前需求的產品。在一具體實施例中，識別當前要求的最接近擬合可至少包括識別一或多個現有建築製品，這些製品是可比較的（例如，可相對於一或多個屬性的預定量（如前所論述）及/或一或多個特徵（如前所論述），認為相似於一或多個可定製建築製品）。在一些具體實施例中，最接近的擬合可指嘗試將普遍需求、使用者意圖、空間和地理考慮因素考慮在內的推薦，並嘗試查看系統知識儲存以尋找可比較的製品/資訊以包括在推薦中。然後可將最接近的擬合呈

現給使用者用於定製，使得可重複使用建築製品的設計。在一些具體實施例中，一或多個AI及/或ML演算法可用於識別當前要求的最接近擬合。

【0082】 此外，普遍需求分析器模組202可設計可重複使用的建築製品。在一具體實施例中，計算系統200可至少基於預設規範來自動組合可重複使用的建築製品之設計。在一實例中，對於尺寸為4英尺乘6英尺的帶有鋼軌的窗板，計算系統200可呈現很少的預製設計，並且可至少基於BIM資料定製很少的設計。此外，普遍需求分析器模組202不僅可呈現一些預製設計，而且可從施工過程的組態角度指示窗板的組裝可如何進行。此外，在一具體實施例中，預設規格可與但不限於以下一或多個有關：建築製品的性質、成本、製造和維修的難易度、老化（磨損和撕裂）、形狀、尺寸和不同季節的溫度等。

【0083】 在一具體實施例中，普遍需求分析器模組202可推薦與在一或多個建築專案施工階段期間在特定時間點將一或多個建築專案路由或異地執行並帶入施工現場有關的一部分工作。此外，普遍需求分析器模組202可至少基於所分析的資料，針對建築專案推薦最佳化的施工進度。

【0084】 總之，一旦普遍需求分析器模組202分析其輸入資料，計算系統200就可檢視資料並輸出一組工作，這些工作最佳化一或多個建築專案的施工進度、業務處理流程以管理一或多個建築專案等。例如，如果建築專案涉及窗板（大型商業建築中可能有許多窗板），則計算系統200可能會建議與其獲取原物料然後在工地由人工組裝窗板，不如最好在工地外預製必要的窗板，然後將它們運到工地現場。此外，即使不存在普遍已組裝的窗板，計算系統200可另外推薦一種製造此窗板並迎合建築專案需要的方法。

【0085】 在一具體實施例中，設計意圖分析器模組204可評估針對一或多個建築專案達成複數個定製建築製品的物理設計之人類和物理意圖。例如，設計意圖分析器模組204可評估該意圖可能是為了節省時間和成本，或者以其他方式減少現場承包商的數量（從而減少工地責任）。在一具體實施例中，設計意圖分析器模組204可執行意圖分析，以確定要預製的一或多個定製建築製品的意圖或一組目標。此外，在替代或附加的具體實施例中，設計意圖分析器模組204可執行意圖分析，以隨著來自使用者的查詢（輸入）來確定要預製的一或多個定製建築製品的意圖或一組目標。目標和意圖可能是相關的，通常是方向一致的。例如，目標可在特定時間線上完成專案，在這情況下的意圖可能是能夠容納特定尺寸的窗框。這可以是設計意圖，在這情況下，將存在一個以上選項來支撐設計意圖。

【0086】 此外，設計意圖分析器模組204可藉由使用設計庫，將一或多個定製建築製品的意圖轉化為一或多個定製建築製品之設計。具體而言，一旦確定意圖，對於特定的定製建築製品、工作或業務處理流程等，計算系統200可查詢設計庫並驗證意圖是否可與設計庫中已經可用的設計元素相關聯，並輸出一組建議以最佳化定製建築製品的設計，以滿足由意圖或目標集定義的標準。例如，設計元素可為特定設計的鋼製窗框、特定尺寸的浴室艙等。

【0087】 此外，設計意圖分析器模組204可為設計一或多個定製建築製品提供人機界面便利。例如，可在用戶端裝置104上提供使用者界面（例如，圖形使用者界面），以讓使用者能夠提供用於製造要預製的一或多個定製建築製品之最佳設計的輸入。此外，可向使用者提供視覺顯示（例如，呈現在客戶端設備104上），以實現至少一或多個要預製的定製建築製品的實體產品模擬。該物理產品模擬可讓使用者能夠形象化正在成形的實體產品。此外，向使用者提供視覺顯示

另可實現對正在設置的實體產品進行視覺修改。在一具體實施例中，設計意圖分析器模組204可作為繪製單元的至少一部分來操作，從而能夠基於對一或多個定製建築製品意圖的確定來模擬至少一或多個定製建築製品，或至少一目標以在使用者界面中（例如，圖形使用者界面）呈現實體產品的數位呈現。請注意，繪製單元另可包括本文描述的其他模組。

【0088】 此外，設計意圖分析器模組204可計算一或多個定製建築製品的最佳設計，以滿足設定目標。在一具體實施例中，可至少基於以下一或多項來計算用於製造要預製的一或多個定製建築製品之最佳設計：預製庫的現有建築製品、有關一或多個建築專案的物理元素、一或多個建築專案的施工性質、一或多個建築專案的地理位置、以及有關一或多個建築專案的局部拓撲佈局。例如，最佳設計可能會考慮定製建築製品的物理元素、將要安裝定製建築製品的區域拓撲結構、定製建築製品的用途（例如，功能或美觀）和建議，例如，可包括用於建造/製造定製建築製品等的材料。此外，可針對計算出的最佳設計輸出一組最佳設計參數，以滿足要預製的一或多個定製建築製品之裝配要求。在一些具體實施例中，一或多個AI及/或ML演算法可用於計算一或多個定製建築製品的最佳設計，以滿足設定目標。

【0089】 在一實例中，設計意圖分析器模組204可配置成從基於自然語言（NL）的內容中導出使用者特定意圖，這些內容來自所提供的使用者查詢（輸入）和主要因素，例如建築專案的時間表。在一些實例中，可經由BIM界面212提供使用者查詢（輸入）。此外，在一些實例中，可在分析BIM資料之前將使用者查詢（輸入）提供給設計意圖分析器模組204。此外，在一些實例中，使用者查詢（輸入）可能與（i）為建築專案的垂直貨艙結構提供最佳化設計，以適應

(建築專案的) 50 x 50吋子結構：垂直維持結構可以分成3個垂直維持結構嗎？如果將垂直維持結構水平拆分怎麼辦？及/或(ii) 產生觀景橋的淺水路最佳化設計：概覽承受腐蝕影響的橋樑水路結構？如果從結構的三樓處懸掛一根大樑，可能會出現什麼結果？在較高海拔處連接到結構的角托架能否使結構承受10 mph的風速(例如)，與結構整合的高海拔托架能否使結構承受10 mph的陣風？在一些實例中，至少可通過推斷建築專案的人口統計資料—位置、溫度、地形、土壤、海拔、人流量、當前設計(如果存在)等等，以及通過將推斷與使用者查詢(輸入)相關聯來導出使用者特定意圖。在一些實例中，無論是口頭還是書面的使用者查詢可內化為書面自然語言查詢，並通過標記化操作來解釋，即是使用空格字元的標記化技術，將使用者輸入分解為用語。此後，作為規範化操作的一部分，非標準詞將轉換為標準詞。這可使用文字簡化技術或其他預定義技術來實現。在一些實例中，獲得的規範化文字可能不僅僅是短語。在這情況下，規範化文字可包括上下文含義，並且所有這些的組合為設計意圖分析器模組204將翻譯成適當機器相關查詢的內容。然後可通過各種技術(例如無監督學習、降維或聚類)，從標準化文字中獲得意圖。此技術在技術上可稱為非負矩陣分解(NMF)、潛在語義分析(LSA)、潛在狄利克雷分配(LDA)等。在一些具體實施例中，一或多個AI及/或ML演算法可用於導出使用者特定意圖及/或有關一或多個建築製品的(多個)目標。

【0090】 在一具體實施例中，可行性評估器模組206可評估建構包括複數個定製建築製品的實體產品組件之可行性。在一具體實施例中，可行性評估器模組206可評估拆卸、運輸和重新組裝一或多個定製建築製品的可行性，這些製品將預製並帶到一或多個建築專案的一或多個建築工地。在一具體實施例中，可從

外部資訊來源向可行性評估器模組206提供關於拆卸、運輸和重新組裝一或多個定製建築製品的可行性之輸入。此外，在一具體實施例中，向可行性評估器模組206提供有關成本目標的資料，該成本目標與建構實體產品組件的可行性有關。在這情況下，可行性評估器模組206在評估建構實體產品組件的可行性時，將提供的成本目標考慮在內。在一具體實施例中，可確定建築公司在建造實體產品組件時將節省多少金錢及/或資源。此外，在一具體實施例中，向可行性評估器模組206提供有關規模經濟的資料，該規模經濟與建構實體產品組件的可行性有關。在這情況下，可行性評估器模組206另可在評估建構實體產品組件的可行性時考慮規模經濟。在一具體實施例中，可確定需要多少實體產品組件才能收支平衡並獲得利潤。此外，可行性評估器模組206選擇性擇性呈現可行性分數和信賴度分數。可行性和信賴度分數是通過將BIM、設計意圖和普遍需求考慮在內，使用多因素計算所計算得出。就解決方案的可行性而言，分數為最高100分的數值範圍。信賴度分數是基於ML和當前情境因素的系統推薦之度量。例如，可行性分數可考慮建築物的層數、地面生態、用於建造的材料類型、成本和時間因素，以及藉由使用者的設計意圖強制要求的額外輸入。分數可至少與實體產品組裝相關。在一具體實施例中，可行性評估器模組206可確定一或多個定製建築製品是否可在信賴度分數高於可行性臨界值之下預製。例如，系統管理員(或使用者)可將可行性臨界值設置為95%以上，信賴度分數約為90%。

【0091】 總之，可行性評估器模組206可確定實現建築專案目標的實用性，例如，按時、在預算內完成建築專案等。可行性評估器模組206可評估實現由設計意圖分析器模組204所輸出處理的可行性，例如，拆卸、運輸和重新組裝工地外製造的預製製品，並以及時且具有成本效益的方式帶到工地現場。可行性評估

器模組206另可確定是否存在工地外製造製品的規模經濟（例如，設計或製造設定是否可重新用於不同的專案等），以實現收支平衡或盈利等。然後，可行性評估器模組206可輸出可行性分數，該分數也可包括執行由設計意圖分析器模組204輸出的特定處理可行性分數，考慮到原物料的可用性、供應鏈資訊、人工利用資訊，以及其他此因素。

【0092】 在一具體實施例中，預製設計複合材料模組208可計算最佳設計，以滿足實體產品組裝的設定目標。預製設計複合材料模組208可通過考慮物理元素、構造的性質、地理、局部拓撲佈局等來計算用於製造一或多個定製建築製品之最佳設計，並且可輸出一組最佳設計參數以滿足裝配要求等。最佳設計參數另可考慮來自BIM檢視的資料、現有設計庫資料以及材料和環境約束。預製設計複合材料模組208可包括使用者界面（例如，圖形使用者界面），以促進使用者輸入來設計一或多個定製建築製品。在一具體實施例中，使用者輸入可與一或多個定製建築製品的一或多個屬性（如上所論述）及/或一或多個特性（如上所論述）相關。因此，來自預製設計複合材料模組208的最佳設計輸出可使計算系統200能夠校準、定製和設置一或多個定製建築製品的設計元素，以滿足總體建構目標。在一具體實施例中，預製件設計複合材料模組208可作為設計產生器單元的至少一部分來操作，以實現最佳設計的計算。請注意，設計產生器單元另可包括本文描述的其他模組。

【0093】 在一具體實施例中，CDP模組210可建立和實現CDP的設計和製造。實體產品不僅僅是一次性組合，而是為了建立一組可重複使用的資料庫而產生，這些資料庫可用於基於建築類型、普遍需求等的其他建築專案。CDP通常與從BIM資料分析的需求相關，並且是基於實體產品建構的數位製品。數位製品有

助於定製（例如，顏色、尺寸、設計意圖等）。在一具體實施例中，CDP模組210使用視覺約束來實現產品模擬，並允許使用者可視化正在成形的實體產品，並提供檢視和視覺修改正在設置的實體產品之能力。CDP模組210可與立體BIM模型介接，並且可允許使用者在即時視覺增強的使用者界面中互動和查詢BIM模型中定義的屬性、空間定義、元素、其屬性，以允許CDP的進一步定製和修改。在一具體實施例中，使用者可通過嘗試BIM模型的屬性和特徵來查詢BIM模型，並查看基於對BIM模型所做變更的輸出。例如，使用者可改變CDP的顏色、形狀、材料和尺寸，並直觀地看到這些變化對立體BIM模型的影響。CDP模組210另可提供關於所提議實體產品的修改，從設計、效用和整體建構目標的角度來看是否可行之回饋。CDP模組210可輸出建築製品的數位孿生虛實整合，以及不同的選項和關於成本、製造時間、製造難易程度等之資訊。

【0094】 透過開發策略和方法來實現設計師、供應商、製造商和裝配商之間的雙向資訊交流，CDP設計和製造的建立和實現釋放了工業化建築（IC）的新潛力。CDP實現自動化，並且還導致從實體產品的設計到實體產品的製造及/或組裝，讓定製實體產品的專案交付流線化。

【0095】 在一具體實施例中，檔案模型到機具（F2F）服務可由計算系統200託管。簡而言之，F2F服務通過實體產品的製造及/或組裝簡化了設計。F2F服務的細節在此進一步討論。

【0096】 3.2 工廠界面與交付物流子系統

【0097】 工廠界面和交付物流子系統（子系統2）可包括但不限於工廠界面模組214、最佳化器模組216、監控生產效率模組218、主計劃界面模組220和交付物流模組222。這些模組中的每一者可實施本文描述的一或多個AI/ML技術。

【0098】 在一具體實施例中，一旦計算系統200確定一或多個定製建築製品可以高於可行性臨界值的信賴度分數製造/預製，則工廠界面模組214產生最佳製造處理流程。選擇上，計算系統200可在產生最佳製造處理流程之前（例如透過使用者界面），搜尋來自使用者的核准。在一具體實施例中，最佳製造處理流程考慮採購資訊、材料可用性、供應鏈考慮因素等，以建立用於製造定製建築製品的定製工廠清單。這些可能包括需要根據施工進度和專案狀態製造某些組件或產品的順序。製造進度表（關於製造一或多個定製建築製品的時間表）可輸入施工主進度表管理器（關於整個建築專案的完成時間表），以確保預製產品在正確的時間按正確的順序製造，來保持建築專案的正常進行。

【0099】 在一具體實施例中，工廠界面模組214可選擇性包括供應商界面，以根據製造計劃來協調材料的採購。工廠界面模組214可根據可用性、成本和其他項目考慮來確定，並動態從特定供應商採購材料。工廠界面模組214可管理定製建築製品的整個處理流程，從而減輕工廠的調度、庫存和採購問題以及交付物流。

【0100】 因此，工廠界面模組214可建立工廠清單，並確定定製建築製品所需的製造順序。此外，工廠界面模組214可充當建築材料供應商系統的界面，並且可具有至少通過與建築總進度表管理器通訊的方式與因素進度表介接的能力。

【0101】 在一具體實施例中，最佳化器模組216可為確定如何最佳製造定製建築製品的互動模組。在一具體實施例中，計算系統200可具有原物料供應商清單並且還具有工廠清單（例如，在一些具體實施例中，儲存在資料儲存庫130中）。原物料供應商可提供建造或製造建築製品所需的原物料，而工廠可為實際

建造或製造定製建築製品的地方。最佳化器模組216可向工廠提供關於製造定製建築製品的最佳方式之資訊。製造定製建築製品的最佳方式可能至少與製造進度相關。此外，在一具體實施例中，如果最佳化器模組216感測到在一或多個工廠製造定製建築製品的延遲，則最佳化器模組216可提供一或多個關於如何在沒有任何延遲的計劃期限內完成建築專案之建議。在一具體實施例中，為了感測在一或多個工廠製造定製建築製品的延遲，向最佳化器模組216提供來自一或多個原物料供應商及/或一或多個工廠的即時饋送。尤其是，最佳化器模組216可使建築專案能夠在計劃的最後期限完成。

【0102】 在一具體實施例中，監控生產效率模組218可監控與定製建築製品的製造有關之效率。例如，所監控的效率可能與製造或正在製造定製建築製品的一或多個工廠之效率相關或不相關。此外，在一實施例中，所監控的效率可與提供用於製造定製建築製品的原物料之一或多個原物料供應商的效率相關。一般而言，所監控的效率可能與計算系統200中一或多個模組的效率及/或建築專案之建造過程中涉及的一或多個處理有關。在一具體實施例中，為了監控與定製建築製品的製造相關之效率，可向監控生產效率模組218提供來自一或多個原物料供應商及/或一或多個工廠之即時饋送。

【0103】 在一具體實施例中，主進度表界面模組220可對與建建構築專案的各個階段相關聯之時間線進行調整。至少由於在製造定製建築製品或正在製造處理中的一或多個工廠之一或多個可避免及/或不可避免延遲，使得可能需要進行所述調整。

【0104】 在一具體實施例中，交付物流模組222可提供關於在建築專案的施工過程中每個階段（階段）交付工作產品之建議、結果和最後期限。在一具體

實施例中，交付物流模組222可在施工過程的各個階段（階段）完成之前，很好地提前輸出關於施工過程的每個階段（階段）完成之時間線。

【0105】 3.3 市場子系統

【0106】 再者，在一具體實施例中，市場子系統（子系統3）可包括但不限於市場首款導入模組224、數位定製界面模組226、投標管理器模組228、工廠界面模組230、效率分析器模組232以及支援和維護模組234。這些模組中的每一者可實施本文描述的一或多個AI/ML技術。

【0107】 在一具體實施例中，市場首款導入模組224連同數位定製界面模組226和投標管理器模組228可提供用於建築相關數位製品的數位建築元素之設計市場、用於定製容易獲得的CDP之數位定製平台、以及支援對CDP定製進行投標的平台。CDP的資料庫可由計算系統200提供。此外，市場首款導入模組224（選擇性搭配數位定製界面模組226及/或投標管理器模組228）可提供將數位資產貨幣化的能力，並且可提供CDP定製的貨幣化（通過CDP設計和建造建築製品）。在一具體實施例中，通過支援邀請對CDP的定製投標之能力來執行貨幣化。在附加或替代具體實施例中，通過支援邀請對基於建築製品的定製設計之建造投標之能力來執行貨幣化。

【0108】 在一具體實施例中，工廠界面模組230可向一或多個工廠提供界面，用於至少基於對CDP的定製投標來製造有關定製的CDP之一或多個建築製品。在某種程度上，數位平台上的積分和財務激勵可透過市場模組（子系統3）實現。

【0109】 在一具體實施例中，效率分析器模組232可輸出與致力於定製CDP以製造一或多個建築製品的一或多個工廠相關之效率。在某種程度上，效率分析器模組232分析在定製的CDP上工作之一或多個工廠以了解其效率。

【0110】 在一具體實施例中，支援和維護模組234可輸出一或多個關於如何為利用計算系統200製造的一或多個定製建築製品提供支援和維護之建議。這是計算系統200必須提供的眾多技術優勢之一。

【0111】 4.0 檔案模型到機具服務

【0112】 在各種具體實施例中，檔案模型到機具（F2F）服務可由圖1的伺服器電腦106託管，以透過實體產品的製造及/或組裝來簡化設計。F2F服務利用一軟體應用程式，使協作團隊能夠將其知識和能力帶入可定製的產品中，從而限制BIM使用者/設計師在特定供應鏈成員可實現的範圍內進行設計。該可定製產品可能具有嵌入式規則，以自動產生實際製造及/或組裝實體產品所需的資訊。由於中繼資料保留在雲端中，使得該軟體應用程式通過雙向資料流連接各方。

【0113】 該軟體應用程式包含CDP，用於透過製造及/或組裝每個實體產品來整合設計。CDP包含諸如製造等領域的約束和效率，並將BIM使用者/設計師限制在符合約束的參數和選項內之規範。CDP由可包括成員的團隊針對特定實體產品所開發，所述成員可為諸如一或多個CDP產品設計師、裝配商、製造商、材料供應商或顧問。一旦BIM使用者/設計師在允許的限制範圍內指定定製之實體產品，CDP就會向專案交付團隊輸出指令，以製作定製的實體產品。CDP通過易於適應和簡化的圖形模型（例如，在某些具體實施例中為2D和3D）表示，該模型可作為現有第三方設計/BIM軟體中的參數化組件運行，並與託管相關資料和相關演算法的雲端平台並行鏈接，以將資料轉換為簡化專案交付所需之格式。

【0114】 該軟體應用程式更結合了BIM軟體的配置器外掛，其中組件係使用一具有可調適呈現參數的組件配置器透過其自己的界面來呈現。該軟體應用程式另更整合一位於可視化編碼平台內的開發人員外掛，使CDP開發人員和擁有者能夠建立、調整CDP並從中獲利。

【0115】 F2F服務包含至少一網路入口網站，供CDP擁有者、CDP開發人員、CDP使用者（BIM使用者/設計師）和CDP客戶使用、管理、審查及/或購買CDP。

【0116】 本發明中包含一種新的獨特檔案類型，稱為.cdp檔案（讀作「點CDP」）。此獨特檔案類型以其自己可讀檔案格式來呈現每個可定製數位產品，以在含有數位建築元素的設計市場之平台上，在此揭露的使用者之間進行匯出、共享和匯入。CDP檔案可在數位建築元素的設計市場上作為.cdp檔案進行買賣，並在透過使用者/設計師外掛當作.cdp檔案而在BIM軟體中解譯。

【0117】 圖3為例示F2F服務的使用概述之示意圖。F2F服務係基於組件型概念和參數化設計，依賴並支援建築、工程和施工（AEC）行業在設計師已經使用的已建立BIM軟體平台上建構，來建構參數化組件並簡化專案文件。與CDP合作的F2F服務將這一概念轉化為一種複雜的方法，其中的組件不僅僅是圖形呈現。

【0118】 CDP是AEC行業中的一種複雜演算法，專門針對待建實體產品的設計、製造和調度而開發。基於BIM和參數化設計的邏輯，CDP將設計更改限制為輸入參數。這些輸入參數與嵌入式和關聯供應鏈之能力直接相關。這些輸入參數將知識（通常與一長串不同的供應商和顧問一起存放在建模器中）帶入一簡單的數位組件，其中包含一組與可實現目標直接相關的可調參數。

【0119】 例如，關聯的供應鏈和CDP擁有者通過識別輸入資料（例如，規格和約束，包括製造能力）和輸出資料（例如，說明、時間表、認可圖紙、製造機器檔案）並嵌入資料來建立CDP，變成一種保留為雲端原生的演算法。CDP是針對給定的待建實體產品之整合設計和生產所建立。相關的供應鏈團隊可能包括但不限於成本估算人員、材料供應商、製造商、裝配商和分銷商。CDP擁有者可以或可不是相關供應鏈團隊的成員。

【0120】 在圖3的實例中，CDP和所有關聯的中繼資料都留在雲端中。如圖3所示，建築設計人員可存取CDP，並在可調整資料的約束範圍內做出設計選擇及/或更改。調整後的資料留在雲端中。一旦建築設計師在約束範圍內指定實體產品的設計，CDP可自動建立輸出資料，用於由一或多個相關供應鏈團隊成員生產該實體產品。

【0121】 CDP係透過易於調適和簡化的圖形模型（例如，在某些具體實施例中為2D和3D兩者）來呈現，該模型可作為現有第三方設計/BIM軟體中的參數化組件運行，並與託管相關資料的雲端平台並行鏈接。相關資料構成建構表單的精確副本，包括最精細的細節，但並不以圖形方式呈現。關聯資料作為原始資料保留在雲端中。

【0122】 對於建築設計師所做的每一項更改，CDP都會根據確定的（參數化的）內置關係自動調整輸出資料。這些調整使正確的細節和輸出能夠簡化即時可用的實體產品之交付。演算法中存在的原始中繼資料可調整為所需格式，以根據製造商、建造商及/或軟體針對專案交付建立無縫鏈接。

【0123】 圖4為例示至CDP的各種輸入和輸出之示意圖。圖4所示的CDP之非限制性輸入集包括製造約束和效率、物流約束和效率、供應約束和效率、工程

約束、材料約束和效率以及方法效率。此外，圖4所示的CDP之非限制性輸出集包括製造指令和機器代碼、物流管理資訊、供應調度和成本核算、認可圖紙、材料清單和材料資訊，以及採購資訊。正如輸入參數，可提取的輸出資料量也很大。藉由添加所需的輸出代碼來轉換資料，用來建立該實體產品的準確輸出可從BIM使用者所建立的調整後資料自主建立。

【0124】 圖5為例示CDP開發的示意圖。CDP是利用製造和裝配設計（DFMA）技術與計算設計相結合而開發的，旨在使AEC行業從服務驅動模型轉變為CDP的開發。圖5顯示CDP產品設計師、製造商、組裝商、材料供應商和顧問的示範協作團隊，其可結合其知識來製作CDP。該團隊能夠將其知識結合到參數模型中，這些模型根據實際可實現的目標來限制待建造實體產品之適應性。該團隊能夠建立一CDP，其可提供早期承包商參與（ECT）的價值，而無需實際參與任何工作。

【0125】 相關團隊嵌入特定於其要求的輸出，以簡化從數位產品到建構實體產品的交付。關聯的團隊另鏈接元素之間的關係，以自動化設計過程。例如，如果對一件實體產品進行設計更改，則將自動對實體產品的其他部件進行任何隱含變更。輸出係針對相關團隊的機械、技術、軟體和供應鏈所定製。定價、時間安排、進度表和方法論都解決所有元素的最細節。

【0126】 為了建構CDP，使用DFMA技術開發製造和施工方法，將實體產品和原物料的每個子元素分解為最精細的細節、設計過程以及整體實體產品。DFMA方法確保製造和組裝的整個過程都被理解，並設計到CDP中。

【0127】 這種理解和設計每個細節的過程允許在材料、製造和裝配系統可實現的約束條件下開發CDP，這些約束可採用CDP中的一組參數形式。可採用計

算設計來建構參數演算法，該演算法將組件詳細描述為相互關聯的物件群組。相關子組件中對第一子組件中變化的適應取決於參數集。這些關係作為演算法中的一組規則來建構，然後產生所需的輸入和幾何資料，以在BIM軟體中形成完全參數化的模型和圖形呈現。

【0128】 根據BIM軟體，輸入和幾何資料可能會有所不同，但仍可使用相同的方法產生，並將額外的代碼添加到演算法中，以將資料轉換為所需的形式。演算法本身可通過雲端伺服器託管在BIM軟體外部，輸出資料連接並重建BIM平台內的參數化圖形呈現。

【0129】 圖6為例示多個CDP整合的示意圖。圖6顯示幾個不同的組件，其代表通過製造及/或組裝來建造建築物之設計。在圖6的圖示中顯示十八個組件，每個組件由四個子組件組成。在最細粒度的層面上，CDP包括通過製造及/或組裝實體產品的設計，需要從材料供應商處獲得至少一種材料。如圖6所示，材料供應商與每個子組件相關聯。假設每個子組件都是唯一性，則可使用七十二個CDP建構圖6中所示的建築物。

【0130】 一實例CDP是浴室艙CDP作為浴室艙可能是構成建築物的許多實體產品之一。儘管CDP可視為數位產品，但其由十三個子組件組成，這些子組件本身就是CDP。有特定的供應商、製造商和裝配商團隊與13個CDP中每一者相關聯。十三個子組件中每一者的CDP都細化到指定用於製造子組件的原物料之級別。

【0131】 十三個子組件之一者的實例是用於浴室艙的牆組件。此牆組件CDP可由輕鋼架（LGS）框架機和裝配團隊、護套、電腦數值控制（CNC）加工、螺絲、鉚釘、鋼捲，甚至物流所組成。護套、螺絲、鉚釘和鋼捲是相關材料的範

例，如圖6所示。CDP的每個元素都有自己的限制、輸出要求和設計知識。該牆組件CDP不僅可為CNC機器和LGS框架機自動建立G-Code或CAM處理，還可為元素的訂購和製造建立關鍵路徑。

【0132】此外，牆組件CDP可針對浴室艙在所有CDP的每個元素之間具有內置關係。例如，如果臉盤移動，因為其與水龍頭有直接關係，所以水龍頭也移動。然後這會對護套產生影響，這需要移動鑽孔並修改CNC機器的G-Code。移動臉盆也會影響框架，需要放置雙頭螺栓，進而需要修改框架機的G-Code。所有這些變化也可能影響固定件、管道以及所需文件和組裝說明之數量和位置。CDP使整個過程自動化，並確保正確進行變更並產生所需的輸出資料，以簡化牆組件的製造、交付和組裝。

【0133】圖7為更詳細說明F2F服務使用的另一示意圖。CDP的目的是在CDP市場入口網站與外掛中可用，其可被定製並置放在專案中，以及在CDP開發人員/擁有人市場入口網站和外掛中，其可供其他團隊嵌入到其新產品的開發中。

【0134】圖7顯示一配置器外掛，BIM使用者/設計師可使用其在CDP中設定的限制範圍內指定實體產品的設計。有一些演算法可將來自配置器外掛的輸入和雲端中的資料與BIM軟體連接起來。基於設計選擇和CDP，BIM軟體可輸出組件的2D和3D表示。如前所述，CDP也可能輸出重要資料。圖7中CDP的例示輸出為量化成本、機械G-Code、生產計劃以及詳細的物料清單（BOM）和採購。圖7中從配置器外掛到BIM軟體和相關輸出資料的路徑為基於BIM的市場和軟體應用程式之圖示。

【0135】圖7亦顯示可建構的開發者外掛，其中關聯的供應鏈和CDP擁有人可建立CDP。來自多個供應鏈合作夥伴的所需資料都已輸入演算法中，並轉換

為適合開發者外掛的格式。有一些演算法可將來自配置器外掛的輸入和雲端中的資料與BIM軟體連接起來。圖7中從開發者外掛到BIM軟體和相關輸出資料的路徑係為CDP開發者/擁有人軟體應用程式之圖示。

【0136】 根據BIM軟體，輸入和幾何資料可能會有所不同，但仍可使用相同的方法產生，並將額外的代碼添加到演算法中，以將資料轉換為所需的格式。演算法本身為通過雲端伺服器託管在BIM軟體外部，輸出資料連接並重建BIM平台內的參數化圖形呈現。

【0137】 這是通過BIM軟體中外掛軟體應用程式所實現，該應用程式採用點、向量、線條、曲線、曲面、復合曲面（Brep）和網格形式的圖形資料，並透過自定義連接器重建有關通用BIM物件的幾何圖形或類別。

【0138】 不像載入專案中的大多數標準BIM物件，在軟體中進行操作，然後通過2D文件導出並且無圖形資料，此外掛允許資料在相關設計團隊和專案交付團隊之間雙向流動。

【0139】 配置器將所有參數帶入BIM軟體，供設計師和BIM使用者在雲端原生資料可實現的範圍內操作CDP。無需將非圖形資料轉換為圖形資料然後再轉換回來，所有資料都在演算法範圍內，僅在需要時才轉換為所需格式。

【0140】 也可透過F2F外掛使2D文件自動化並可用於匯出。利用文件工具，本地BIM軟體使用者既可將CDP嵌入到其大型專案中，也可獨立開發與CDP相關的自動繪圖。

【0141】 在一具體實施例中，CDP開發者/擁有人市場入口網站和外掛可為CDP建立者和供應商建立並管理其組件的界面。這是通過建立一簡單界面來實現的，CDP開發團隊可在該界面中鏈接在現成系統和可視化編碼平台（例如

Grasshopper) 或通用代碼語言(例如Python或C#)中開發之參數化腳本, 這些腳本帶有轉換所需資料的外掛組件。使用與配置器相同的處理, 然後團隊可通過某些已識別的輸入參數調整鏈接腳本, 並將輸出資料鏈接到所需的軟體API、製造機械和相關供應鏈。

【0142】 CDP開發人員/擁有人市場入口網站和外掛構成開源市場的基礎, 供開發人員和產品擁有人建立和共享CDP和轉換組件, 這些組件將所需資料轉換為運行機器所需的各種形式, 與軟體API整合, 並且自動產生專案進度表和採購。

【0143】 請即參考圖7, 圖形和非圖形形式的資料對於雲端來說是原生的, 並且對於交付該建構的實體產品所需之相關團隊來說是容易獲得的。CDP不會與相關資料集一起載入BIM軟體中以用於文件目的, CDP使用BIM軟體向使用者呈現簡單的圖形呈現, 同時豐富的中繼資料保留在雲端中。

【0144】 這使專案交付團隊能夠自動執行工作, 這些工作通常需要將BIM軟體產生的2D文件中表示之資料重新開發為交付該建構的實體產品所需之各種形式。每個團隊, 例如採購、製造和裝配流程團隊, 可隨時存取有用形式的即時資料。通過關聯一特定的團隊, 可通過演算法轉換資料, 使特定團隊的流程自動化。

【0145】 例如, 上面浴室艙CDP範例的輕鋼架可很容易地展示自動化工作。框架供應商通常操作需要在他們自己的軟體中重建設計之機器, 其中圖形資料應用參數規則為CNC機器建立指令(G-Code), 以半自主地生產框架。該軟體為鉚釘、壓接和切割所需長度的鋼框架打孔, 使其非常容易組裝。然後, 製造商可使用非圖形資料(例如所需的螺絲數量和鋼捲長度)通過完全獨立的系統進行

採購。通過首先將資料保存在中央伺服器位置（雲端）內，其次讓特定供應商和機器與CDP相關聯，F2F服務能夠簡化整個過程。

【0146】 基於雲端演算法通過外掛和概述參數，限制BIM使用者/設計師。CDP使用圖形資料，在BIM中複製框架並自動產生G-Code等。CDP不以圖形形式表示螺絲、壓接，只是將資訊保存在演算法中並以其原始形式保存，然後將其轉換為多種資料形式，供每個團隊實現流程自動化。

【0147】 相關供應鏈的要求也內置於將原始資料轉換為所需許多不同格式之演算法中。這些可能會有所不同，從詳細的材料清單或數量到採購訂單、RFID標籤、機器或ERP軟體的特定資料，並且可能隨時變更或添加。與材料、人工和機器時間相關的特定成本也由相關供應商輸入，允許演算法計算總成本並為BIM使用者提供即時成本核算。該演算法的這種動態特性允許開發整個過程，以建立完全自主。供應商可能會從接收到額外的正確資料中受益，從而使他們也能夠採用通常需要額外流程的高科技機器。

【0148】 在一些具體實施例中，該過程完全自動。從設計到建立實體產品的完全自動化過程確定了關鍵路徑或逐步過程，以建立概述並附加到CDP的實體產品。可通過F2F外掛或第三方軟體開發和附加此關鍵路徑。其再次獲取原始中繼資料並將規則和生產順序應用於每個子組件和材料。這與RFID標籤相結合，通過BIM軟體相關入口網站為CDP使用者和相關供應鏈提供生產過程的即時更新與追蹤。CDP和F2F服務發明改變了工業化建築和BIM軟體，同時支援整個AEC行業。其在設計、製造和供應商之間提供雙向資料流，同時維護一豐富的中央資料源，其中一切都是已知實體。這項發明極大降低風險和通貨膨脹，同時提高生產力，並建立一每個人幾乎垂直整合的未來市場。

【0149】 5.0 程序概觀

【0150】 圖8為示範流程圖800，其中例示根據一具體實施例為建築專案建立CDP之方法步驟，其中CDP與建築專案的至少一或多個定製建築製品相關聯。圖8可當成將方法編碼為一或多個電腦程式的基礎，或諸如圖1中伺服器電腦106之類的計算裝置可執行或託管的其他軟體元件。

【0151】 在步驟S802中，計算裝置可分析BIM資料提供的平面建築或施工圖、立體建築或施工圖中之一或多者。在具體實施例中，電腦裝置可通過分析來自以下一或多項的資料來分析BIM資料：來自建築專案中一或多個平面圖、建築專案的施工進度表、建築專案中業務處理工作流程內的相關工作清單、有關建築專案的從屬關係清單、建築專案的材料需求以及建築專案的人工需求中之一或多者的資料。

【0152】 在步驟S804中，計算裝置可根據在S802中執行的分析，來確定建築專案的多個定製建築製品。

【0153】 在步驟S806中，計算裝置可基於對BIM資料的分析，確定預製多個定製建築製品中至少一定製建築製品之需求，該定製建築製品與施工圖對應的施工呈現相關。例如，可確定是否預製建築專案的多個定製建築製品中之一或多個定製建築製品。如果是，則操作流程可進行到步驟S808。如果否，則計算裝置可在步驟S802繼續分析BIM資料，並且控制僅在滿足可包括可行性臨界值的預定義標準時傳遞到下一步驟S808。在一實施例中，關於建築專案的多個定製建築製品中一或多個定製建築製品是否是預製之確定，可至少基於執行意圖分析以確定要預製的一或多個定製建築工製品之意圖及/或一組目標。在一實施例中，要預製的一或多個定製建築製品之意圖及/或一組目標的確定，可至少基於評估

拆卸、運輸和重新組裝需要預製並帶到建築專案中建築工地內的一或多個定製建築製品之可行性。

【0154】 在步驟S808中，計算裝置可檢查預製庫以確定預製庫中的任何現有建築製品是否與建築專案的一或多個定製建築製品相似。例如，搜尋一或多個現有建築製品的資料庫，以確定資料庫中是否存在與建築專案中多個定製建築製品中至少一製建築製品相似之至少一現有製品。在一具體實施例中，可推薦不同於一或多個要預製的定製建築製品之一或多個現有建築製品，以響應於確定現有建築製品中沒有一與該建築專案的多個定製建築製品相似。此外，在一具體實施例中，建構製品可設計（建構）為可重複使用。這些建築製品可儲存在設計庫中，並可在當前和其他建築專案中重複使用。

【0155】 在步驟S810中，計算裝置可通過設計產生器單元和繪製單元，為建築專案建立CDP。在一具體實施例中，確定不存在於步驟S808中執行的搜尋可作為在步驟S808中建立CDP之觸發。CDP可與建築專案的至少一或多個定製建築製品相關聯。在一具體實施例中，建築專案中CDP的建構可至少基於：利用該設計產生器單元，計算至少基於以下一或多項用於製造要預製的至少一或多個定製建築製品之最佳設計：在步驟S808內確定的意圖及/或目標、預製庫的現有建築製品、有關建築專案的實體元件、建築專案的施工性質、建築專案的地理以及有關建築專案的局部拓撲佈局；及針對該計算出的最佳設計輸出一組最佳設計參數，以滿足待預製的該一或多個定製建築製品之組裝要求。在附加或替代的具體實施例中，建築專案中CDP的建構可至少基於提供使用者界面（例如，圖形使用者界面），以讓使用者能夠為製造要預製的一或多個定製建築製品之最佳設計提供輸入；及可向使用者提供視覺顯示，以實現至少一或多個要預製的定製建

築製品之產品模擬。繪製單元執行的產品模擬讓使用者能夠看到正在成形的產品，並且向使用者提供視覺顯示另使得使用者可通過人機界面或使用者界面對正在設置的產品進行即時視覺修改。在附加或替代的具體實施例中，建築專案中CDP的建構可至少基於確定一或多個定製建築製品是否可在信賴度分數高於可行性臨界值之下預製。在附加或替代的具體實施例中，建築專案中CDP的建構可至少基於使用者對要預製的一或多個定製建築製品之認可。

【0156】 鑑於以上描述，本文呈現的具體實施例使建築專案的管理變得簡單。這是通過改進建築專案的建設週期來實現的，例如，通過在工地以外的地方路由或執行建築專案的某些態樣，以預製一些定製的建築製品（例如，建築構件，如牆壁、桁架、固定裝置、窗戶、管道間、地板構件、屋頂構件等）。此外，本文呈現的具體實施例提供用於建築專案的建築製品或組件的高效設計、製造和定製之系統、設備和方法。

【0157】 在一具體實施例中，可利用一或多個設備來實現與本發明一致的具體實施例。在實例中，一或多個設備包括記憶體和連結至記憶體的處理器。在實例中，處理器配置成執行與本文所描述具體實施例一致的步驟或階段。

【0158】 在一具體實施例中，可利用一或多個系統來實現與本發明一致的具體實施例。在實例中，一或多個系統可包括對應於圖1中所討論示範系統100的一或多個實體，該一或多個實體配置成執行與本文所描述具體實施例一致的步驟或階段。

【0159】 6.0 基於意圖的設計和計算模擬流程

【0160】 圖9為另一示範流程圖900，例示根據一具體實施例，建建構築專案CDP的各種子系統模組和方法步驟。圖9討論根據一具體實施例，由計算系統

200及/或與計算系統200相關聯的裝置（為清楚起見在本文中簡稱為計算系統200），為建構用於建築專案的CDP而執行之各種操作。

【0161】 在步驟S902中，計算系統200（例如，計算系統200的普遍需求分析器模組）可分析與施工呈現相關的資料。此分析係針對由以下一或多項定義的資料所完成的：平面圖、施工進度表、處理流程中的至少一項工作、相關性、材料需求和人力需求。施工呈現對應於至少由建築專案中BIM資料提供的建築圖或施工圖。這種表示選擇性自於以下一或多者：BIM資料所提供的平面建築或施工圖以及立體建築或施工圖。BIM資料可通過BIM界面接收。在具體實施例中以及如上所述，計算系統200可通過分析來自以下一或多項的資料來分析BIM資料：來自建築專案中一或多個平面圖、建築專案的施工進度表、建築專案中業務處理工作流程內的相關工作清單、有關建築專案的從屬關係清單、建築專案的材料需求以及建築專案的人工需求中之一或多者的資料。計算系統200可為建築專案確定多個定製建築製品。

【0162】 在步驟S904中，計算系統200（例如，計算系統200的設計意圖分析器模組）可基於BIM資料的分析，確定預製與施工呈現相關的多個定製建築製品中至少一定製建築製品之要求。該需求的確定可基於搜尋一或多個現有建築製品的資料庫，以確定該資料庫中是否存在與至少一定製建築製品相似的至少一現有建築製品。資料庫可為預製庫。例如，可確定是否預製建築專案的多個定製建築製品中之一或多個定製建築製品。如果是，則操作流程可進行到步驟S906。否則，計算系統200可繼續分析BIM資料，並且控制僅在滿足預定義標準（或標準）時傳遞到下一步驟S906。

【0163】 另外，在步驟S904，以下至少一項：確定有關至少一定製建築製品的意圖及/或至少一目標。此確定至少基於評估在建築工地預製的至少一定製建築製品之拆卸、運輸和重新組裝的可行性。在一實施例中，關於建築專案的一或多個定製建築製品是否預製之確定，可至少基於執行意圖分析以確定要預製的一或多個定製建築工製品之意圖及/或一組目標。在一實施例中，要預製的一或多個定製建築製品之意圖及/或一組目標的確定，可至少基於評估拆卸、運輸和重新組裝需要預製並帶到建築專案中建築工地內的一或多個定製建築製品之可行性。

【0164】 在步驟S906中，計算系統200（例如，計算系統200的可行性評估器模組）可檢查預製庫，以確定是否在預製庫中存在類似於建築專案中一或多個定製建築製品的一或多個現有建築製品。例如，搜尋一或多個現有建築製品的資料庫，以確定資料庫中是否存在與至少一定製建築製品相似之至少一現有製品。此外，隨著確定在預製庫中不存在與預製庫內存在的建築項目中一或多個定製建築製品相似的現有建築製品，可推薦與待預製的一或多個定製建築製品不同的一或多個現有建築製品。此外，在一具體實施例中，建構製品可設計為可重複使用。在一具體實施例中，至少一目標的確定及/或步驟S904的意圖還可基於確定在預製庫內不存在與至少一定製建築製品相似之至少一現有建築製品，其中此確定的目標及/或意圖直接用於步驟S908中的模擬。

【0165】 在步驟S908中，基於對所呈現產品的數位呈現之意圖及/或至少一目標的確定，啟用定製建築製品的設計模擬。另外，在步驟S908中，計算系統200（例如，計算系統200的預製設計複合材料模組）可透過一設計產生器單元和一繪製單元為建築專案建立CDP。在其他具體實施例中，確定不存在於步驟S906中

執行的搜尋可作為在步驟S908中建立CDP之觸發。CDP可與至少一或多個定製建築製品相關聯。在一具體實施例中，建築專案中CDP的建構可至少基於：利用設計產生器單元計算至少基於以下一或多項用於製造要預製的一或多個定製建築製品之最佳設計：在步驟S908中確定的意圖及/或目標、預製庫的現有建築製品、有關建築專案的實體元件、建築專案的施工性質、建築專案的地理以及有關建築專案的局部拓撲佈局。此外，針對該計算出的最佳設計輸出一組最佳設計參數，以滿足待預製的該一或多個定製建築製品之組裝要求。

【0166】 在一具體實施例中，建築專案中CDP的建構可至少基於提供使用者界面，以讓使用者能夠提供用於製造要預製的一或多個定製建築製品之最佳設計輸入，並且向使用者提供視覺顯示，以使得能夠對至少一或多個要預製的定製建築製品進行產品模擬。在步驟S910中，計算系統200（例如，計算系統200的CDP模組）可允許對應於CDP的實體產品之可視化。繪製單元執行的產品模擬讓使用者能夠看到正在成形的產品，並且向使用者提供視覺顯示另使得使用者可透過人機界面或使用者界面對正在建構的產品進行即時視覺修改。在附加或替代的具體實施例中，建築專案中CDP的建構可至少基於確定一或多個定製建築製品是否可在信賴度分數高於可行性臨界值之下預製。在附加或替代的具體實施例中，建築專案中CDP的建構可至少基於使用者對要預製的一或多個定製建築製品之認可。

【0167】 本發明的具體實施例描述一用於在計算環境中進行模擬的產品模擬系統。該系統包含一普遍需分析器，其配置成分析有關施工呈現的資料；及基於資料分析確定針對建築專案預製至少一定製建築製品之要求。此外，該系統包含一意圖分析器，其配置成確定以下至少一項：有關至少一定製建築製品的意

圖和至少一目標；及一繪製單元，其配置成能夠基於該意圖的確定或至少一目標，來模擬至少一定製建築製品以繪製產品的數位呈現。

【0168】 在本發明的一具體實施例中，用於分析有關施工呈現的資料之普遍需求分析器配置成分析來自建築專案的多個平面圖、建築專案的施工進度表、建築專案中業務處理工作流程內的相關工作清單、有關建築專案的從屬關係清單、建築專案的材料需求以及建築專案的人工需求中之一或多者的資料。

【0169】 在本發明的一具體實施例中，意圖分析器配置成至少基於評估拆卸、運輸和重新組裝在建築工地要預製的至少一定製建築製品之可行性，來確定有關至少一定製建築製品的至少一意圖和至少一目標。

【0170】 在本發明的一具體實施例中，普遍需求分析器配置成搜尋一或多個現有建築製品的資料庫，以基於該搜尋確定資料庫中是否存在與至少一要預製的定製建築製品相似之至少一現有建築製品；並基於確定資料庫中不存在，觸發該繪製單元模擬要預製的至少一定製建築製品。

【0171】 在本發明的一具體實施例中，該施工呈現對應於所提供的建築或施工圖。

【0172】 在本發明的一具體實施例中，用於分析有關施工呈現的資料之普遍需求分析器配置成分析來自平面建築或施工圖以及立體建築或施工圖中之一或多者的資料。

【0173】 在本發明的一具體實施例中，一種非暫態電腦可讀取儲存媒體其上儲存有電腦可執行程式，當由至少一處理器執行時，使該至少一處理器分析與施工呈現相關的資料，基於資料分析確定針對建築專案預製至少一定製建築製品之要求，確定以下至少一項：有關至少一定製建築製品的意圖或至少一目標，

以及能夠基於該意圖或該至少一目標的確定，來模擬該至少一定製建築製品，以在圖形使用者界面中繪製產品的數位呈現。

【0174】 在本發明的一具體實施例中，該電腦可執行程式進一步使該至少一處理器至少基於評估拆卸、運輸和重新組裝在建築工地要預製的至少一定製建築製品之可行性，來確定有關至少一定製建築製品的至少一意圖和至少一目標。

【0175】 在本發明的一具體實施例中，該電腦可執行程式進一步使該至少一處理器搜尋一或多個現有建築製品的資料庫，以確定該資料庫中是否存在與至少一待預製的定製建築製品相似之至少一現有建築製品；以及基於確定不存在於該搜尋中，觸發模擬要預製的至少一定製建築製品。

【0176】 在本發明的一具體實施例中，該施工呈現對應於至少一建築資訊模型（BIM）所提供的建築或施工圖。

【0177】 7.0 揭示的其他態樣

【0178】 在一具體實施例中，可利用一或多個電腦可讀取儲存媒體來實現與本發明一致的具體實施例。電腦可讀取儲存媒體係指任何類型的物理記憶體，其上可儲存處理器可讀的資訊或資料。因此，電腦可讀取儲存媒體可儲存由一或多個處理器執行的指令，包括用於使（多個）處理器執行與本文所描述具體實施例一致的步驟或階段之指令。術語「電腦可讀取媒體」應理解為包括有形物品並且排除載波和瞬態信號，即非瞬態。範例包括隨機存取記憶體（RAM）、唯讀記憶體（ROM）、揮發性記憶體、非揮發性記憶體、硬碟、CD ROM、DVD、快閃碟、磁盤和任何其他已知的實體儲存媒體。

【0179】 如本文中申請專利範圍和說明書中所使用的用語「包含」、「包括」和「具有」應視為指示可包括未指明的其他元件之開放群組。用語「一」、「一種」和用詞的單數形式應視為包括相同用詞的複數個形式，使得這些用語表示提供事物的一或多者。用語「一」或「單一」可用於表示某物中的一且僅一。同樣地，當需要特定數量的事物時，可使用其他特定的整數值，例如「兩」。「較佳上」、「較佳的」、「較佳」、「選擇性」、「可能」等用詞及類似用語用於指出所提到之項目、條件或步驟為本發明的選擇性（非必要）特徵。

【0180】 已經參考各種特定的和較佳的具體實施例和技術，來描述本發明。然而，應當理解，在保持於本發明精神和範疇內的同時，可進行許多變化和修改。對於熟習該項技術者將明白，除了本文具體描述之類以外的方法、裝置、裝置元件、材料、程序和技術可應用於如本文廣泛揭示的本發明實踐中，而無需訴諸過度實驗。在此描述的方法、裝置、裝置元件、材料、程序和技術的所有本領域已知功能之等同物都旨在由本發明涵蓋。每當揭示一範圍時，所有子範圍和單獨值都包括在內。本發明不受所揭示具體實施例的限制，包括附圖中所示或說明書中舉例說明的任何具體實施例，這些具體實施例是以範例的方式給出而非限制性。此外，應當理解，本文所述的網路、裝置及/或模組的各種具體實施例包含選擇性特徵件，其可單獨或一起應用於本文所示或預期的任何其他具體實施例，以與此網路、裝置及/或模組的特徵件混合和擬合。

【0181】 雖然已使用有限數量的具體實施例描述本發明，但是受益於本發明的熟習該項技術者將理解，可設計出不悖離本發明範疇的其他具體實施例。

【符號說明】

【0182】

1,2,3:子系統

100:電腦系統

102:網路

104:用戶端電腦

106:伺服器電腦

130:資料儲存庫

200:計算系統

202:普遍需求分析器模組

204:設計意圖分析器模組

206:可行性評估器模組

208:預製設計複合材料模組

210:CDP模組

212:BIM界面

214:工廠界面模組

216:最佳化器模組

218:監控生產效率模組

220:主計劃界面模組

222:交付物流模組

224:市場首款導入模組

226:數位定製界面模組

228:投標管理器模組

230:工廠界面模組

232:效率分析器模組

234:支援和維護模組

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於在計算環境內模擬產品的方法，該方法包括：

分析有關一施工呈現的資料；

基於該資料分析確定針對建築專案預製至少一定製建築製品之要求；

確定以下至少一項：有關至少一定製建築製品的意圖和至少一目標；

及

能夠基於該意圖或該至少一目標的確定，來模擬該至少一定製建築製品，以在一圖形使用者界面中繪製一產品的數位呈現。

【請求項2】 如請求項1所述之方法，其中分析有關該施工呈現的資料包含分析來自以下之一或多者的資料：建築專案的多個平面圖、建築專案的一施工進度表、建築專案中一業務處理工作流程內的一相關工作清單、有關建築專案的一從屬關係清單、建築專案的多個材料需求以及建築專案的多個人工需求。

【請求項3】 如請求項1所述之方法，其中確定以下至少一項：有關至少一定製建築製品的該意圖和該至少一目標係至少基於：

評估在建築工地預製的至少一定製建築製品之拆卸、運輸和重新組裝的可行性。

【請求項4】 如請求項3所述之方法，其更包含：

搜尋一或多個現有建築製品的資料庫，以確定該資料庫中是否存在與該至少一定製建築製品相似之至少一現有製品；及

基於確定不存在於該搜尋中，觸發對要預製的至少一定製建築製品的模擬。

【請求項5】 如請求項1所述之方法，其中該施工呈現對應於所提供之一建築或一施工圖。

【請求項6】 如請求項1所述之方法，其中分析有關該施工呈現的資料包含分析來自以下一或多項的資料：平面建築或施工圖以及立體建築或施工圖。

【請求項7】 如請求項6所述之方法，其更包含至少基於以下來建構該建築專案的產品：

至少基於以下一或多項用於製造要預製的至少一定製建築製品之計算最佳設計：預製庫的現有建築製品、有關建築專案的實體元件、建築專案的施工性質、建築專案的地理以及有關建築專案的局部拓撲佈局。

【請求項8】 如請求項7所述之方法，其更包含：

針對該計算出的最佳設計輸出一組最佳設計參數，以滿足待預製的至少一定製建築製品之組裝要求。

【請求項9】 如請求項1所述之方法，其中模擬該至少一定製建築製品包含：

將至少一要預製的定製建築製品之視覺顯示提供給一使用者；及

該使用者能夠透過對要預製的至少一定製建築製品之界面即時執行修改。

【請求項10】 如請求項1所述之方法，其中模擬該至少一定製建築製品包含確定待預製的該至少一定製建築製品是否與高於臨界值的一信賴度分數相關聯。

【請求項11】 一種用於在計算環境中模擬的產品模擬系統，該系統包含：

一普遍需分析器，其配置成：

分析有關一施工呈現的資料；及

基於該資料分析確定建築專案預製的至少一定製建築製品之要求；

一 意圖分析器，其配置成確定以下至少一項：有關至少一定製建築製品的意圖和至少一目標；及

一 繪製單元，其配置成能夠基於該意圖或該至少一目標的確定，來模擬該至少一定製建築製品，以在一圖形使用者界面中繪製一產品的數位呈現。

【請求項12】 如請求項12所述之系統，其中用於分析有關該施工呈現的資料之該普遍需求分析器配置成分析來自以下一或多者的資料：建築專案的多個平面圖、建築專案的一施工進度表、建築專案中業務處理工作流程內的一相關工作清單、有關建築專案的一從屬關係清單、建築專案的多個材料需求以及建築專案的多個人工需求。

【請求項13】 如請求項11所述之方法，其中該意圖分析器配置成確定以下至少一項：有關至少一定製建築製品的該意圖和該至少一目標係至少基於：

評估在一建築工地預製的至少一定製建築製品之拆卸、運輸和重新組裝的可行性。

【請求項14】 如請求項11所述之系統，其中該普遍需求分析器配置成：

搜尋一或多個現有建築製品的資料庫，以確定該資料庫中是否存在與該至少一定製建築製品相似之至少一現有製品；及

基於根據該搜尋確定不存在於該資料庫中，觸發該繪製單元模擬要預製的至少一定製建築製品。

【請求項15】 如請求項11所述之系統，其中該施工呈現對應於所提供的建築或施工圖。

【請求項16】 如請求項11所述之系統，其中分析有關該施工呈現的資料之該普遍需求分析器配置成分析來自以下一或多者的資料：平面建築或施工圖、以及立體建築或施工圖。

【請求項17】 一種非暫態電腦可讀取儲存媒體，其上儲存有電腦可執行程式，當至少一處理器執行該程式時，使該至少一處理器

分析有關一施工呈現的資料；

基於資料分析確定針對建築專案預製至少一定製建築製品之要求；

確定以下至少一項：有關至少一定製建築製品的意圖或至少一目標；

及

能夠基於該意圖或該至少一目標的確定，來模擬該至少一定製建築製品，以在一圖形使用者界面中繪製一產品的數位呈現。

【請求項18】 如請求項17所述之非暫態電腦可讀取儲存媒體，其中該電腦可執行程式進一步使該至少一處理器至少基於評估拆卸、運輸和重新組裝在建築工地要預製的至少一定製建築製品之可行性，來確定有關至少一定製建築製品的至少一意圖和至少一目標。

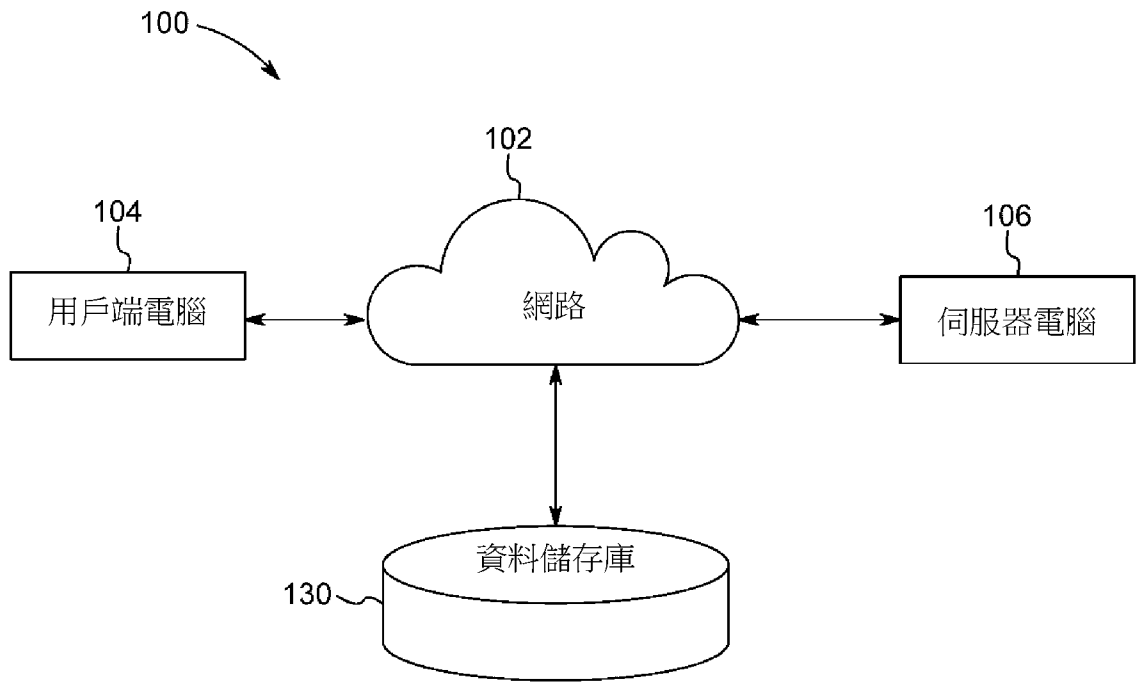
【請求項19】 如請求項17所述之非暫態電腦可讀取儲存媒體，其中該電腦可執行程式進一步使該至少一處理器：

搜尋一或多個現有建築製品的資料庫，以確定該資料庫中是否存在與該至少一定製建築製品相似之至少一現有製品；及

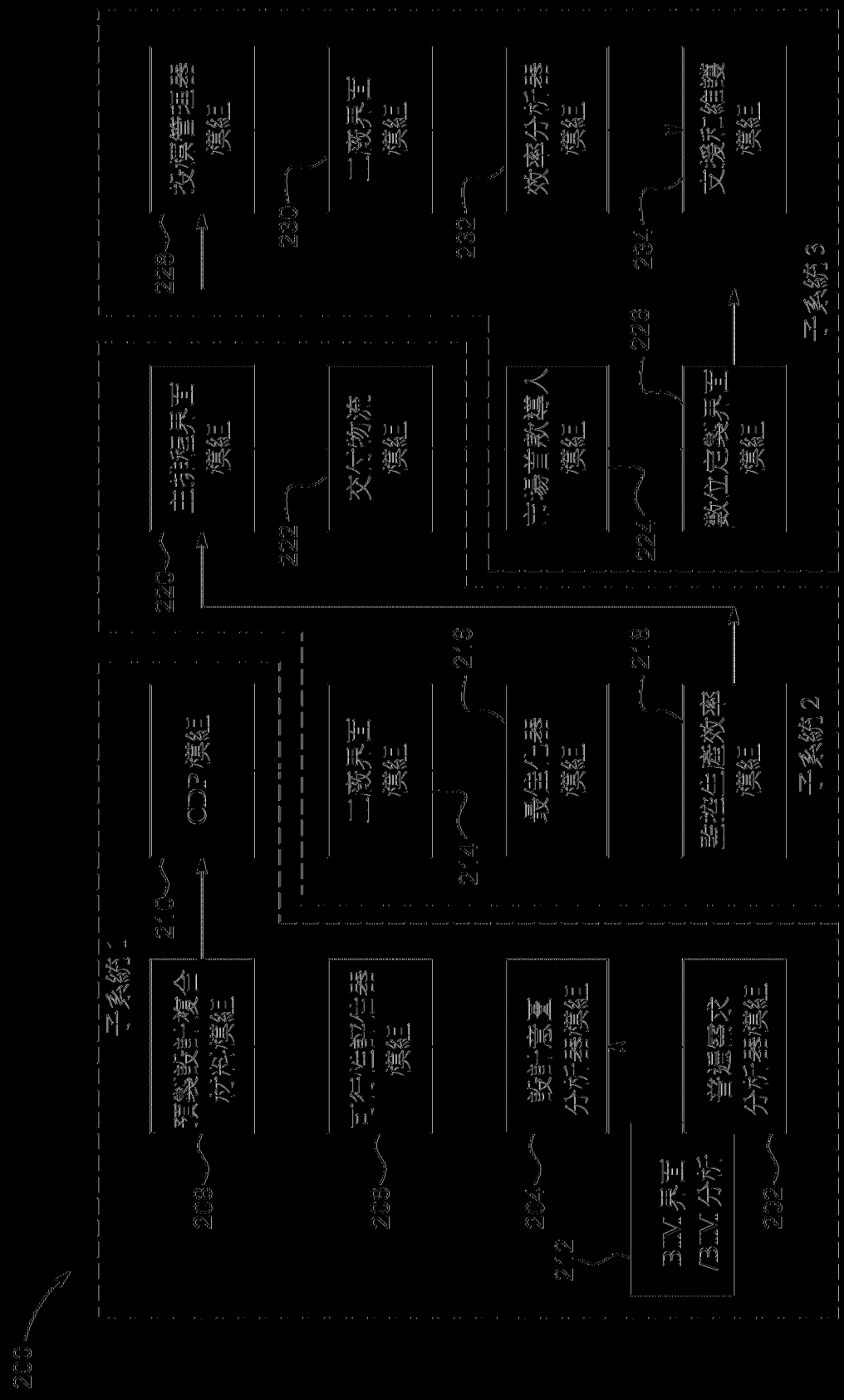
基於確定不存在於該搜尋中，觸發對要預製的至少一定製建築製品的模擬。

【請求項20】 如請求項17所述之非暫態電腦可讀取儲存媒體，其中該施工呈現對應於至少一建築資訊模型（BIM）所提供的建築或施工圖。

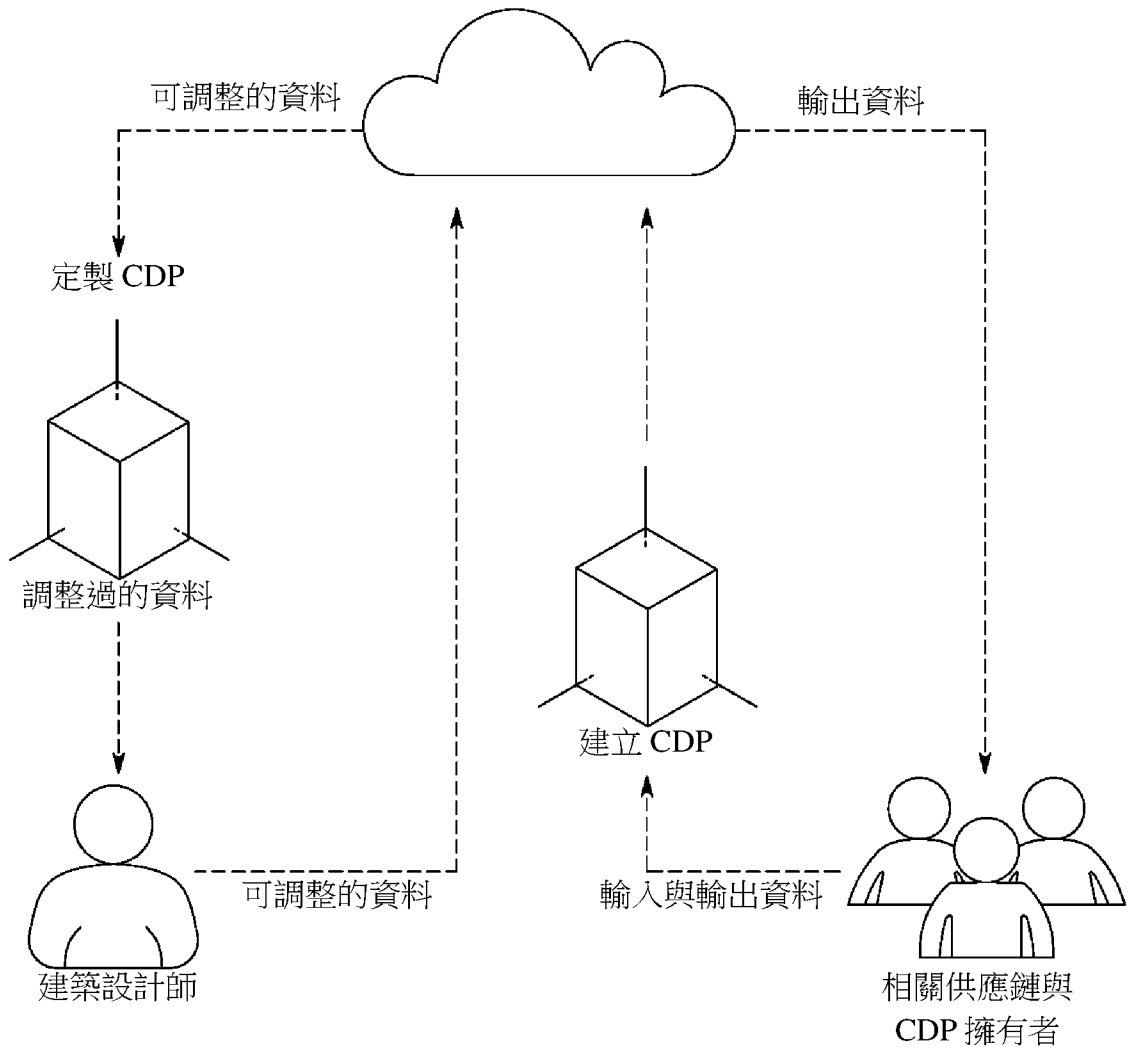
【發明圖式】



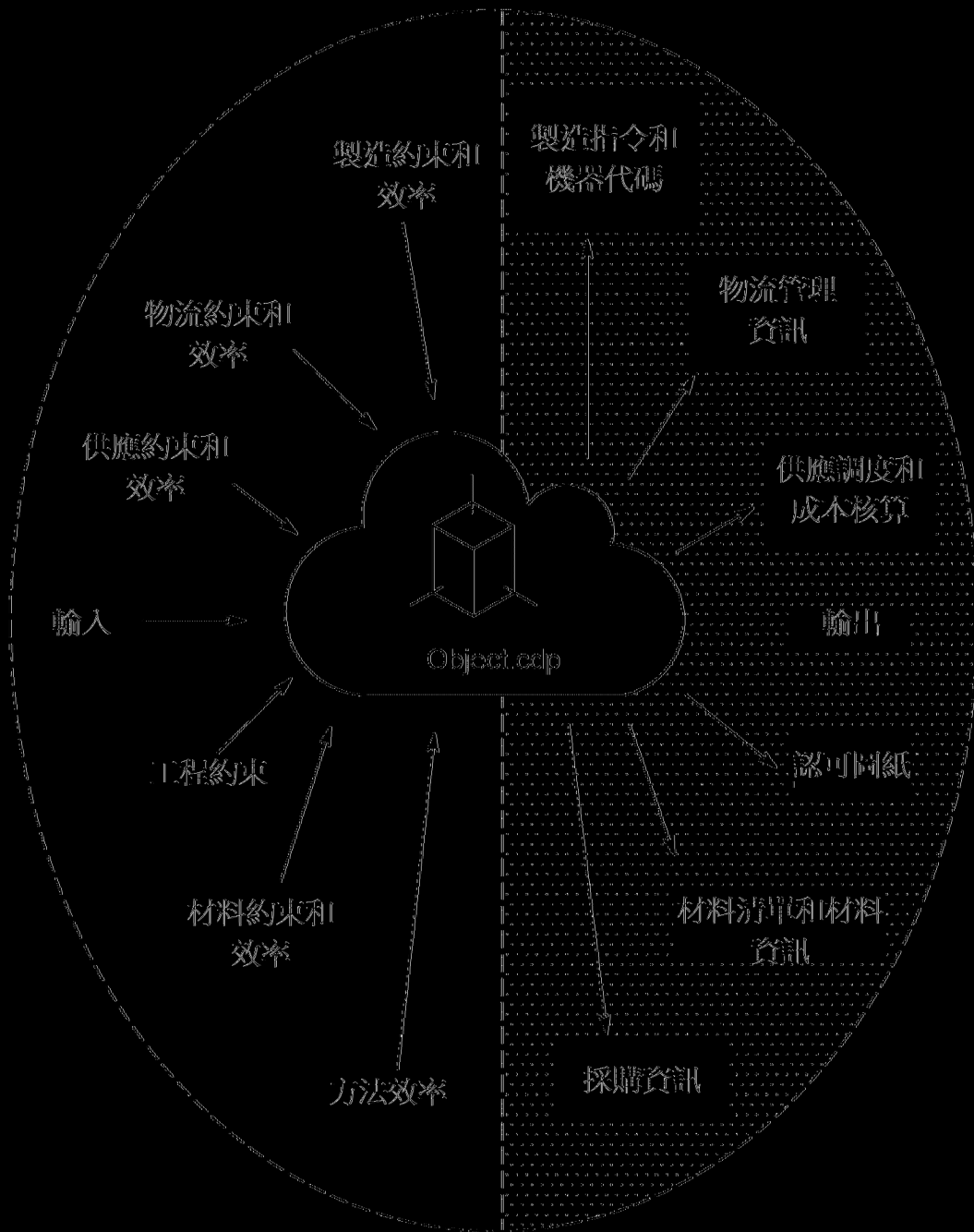
【圖1】



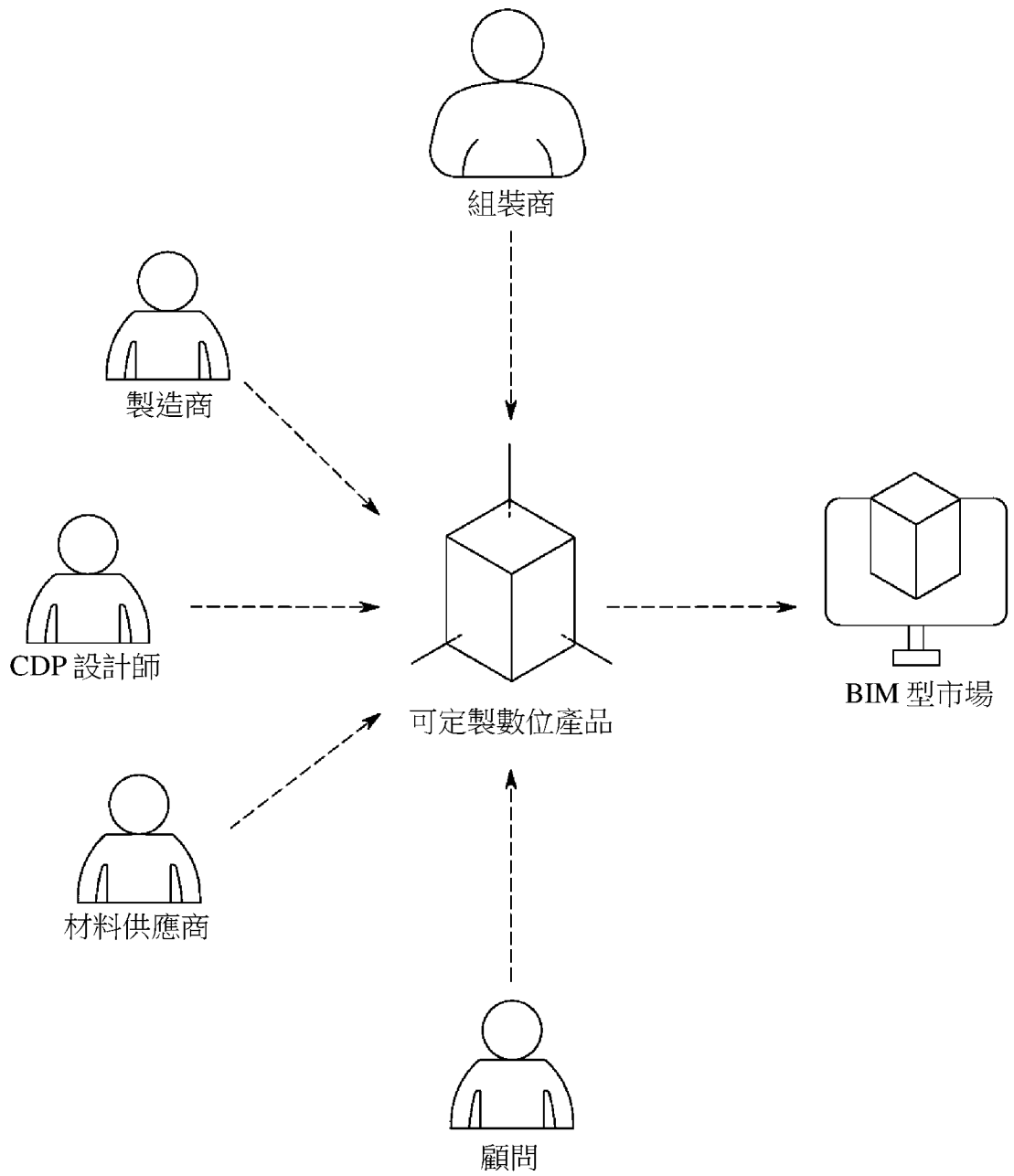
(圖 2)



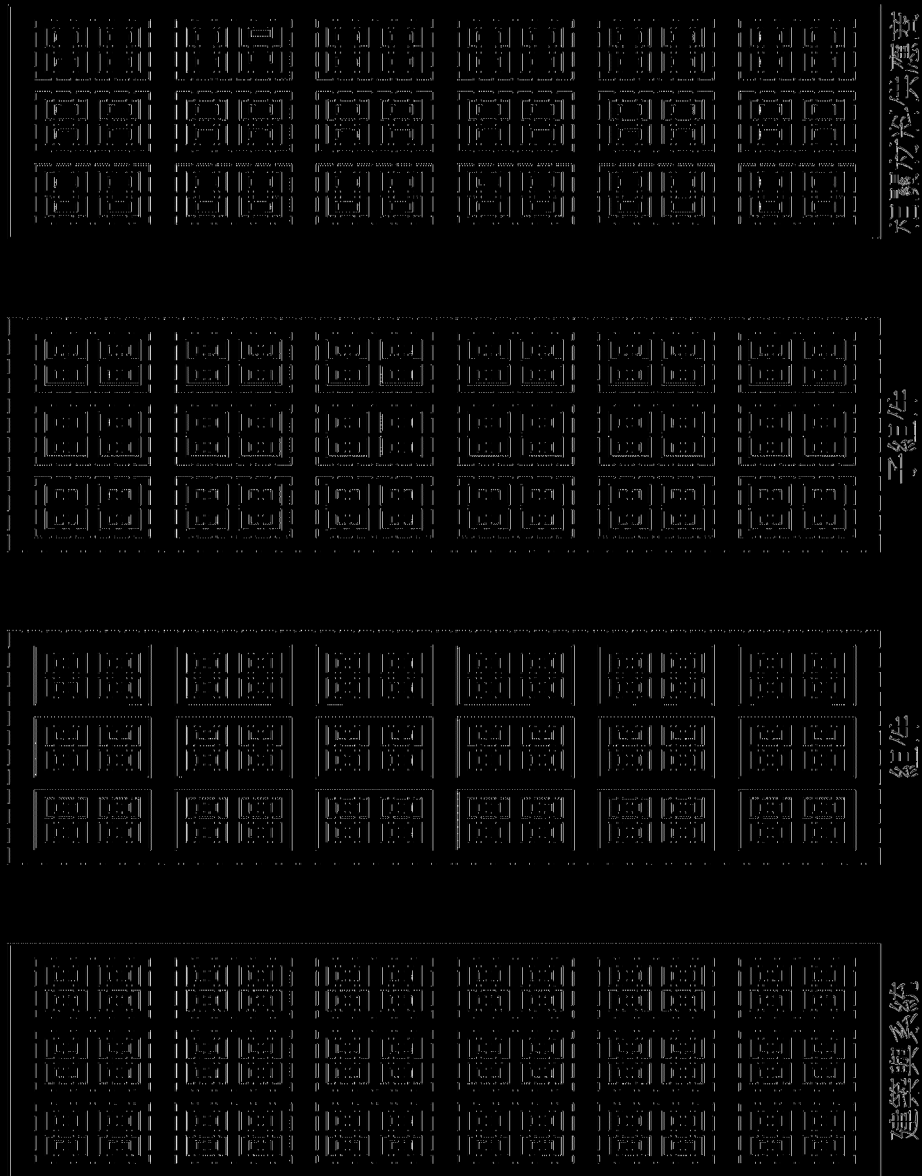
【圖3】



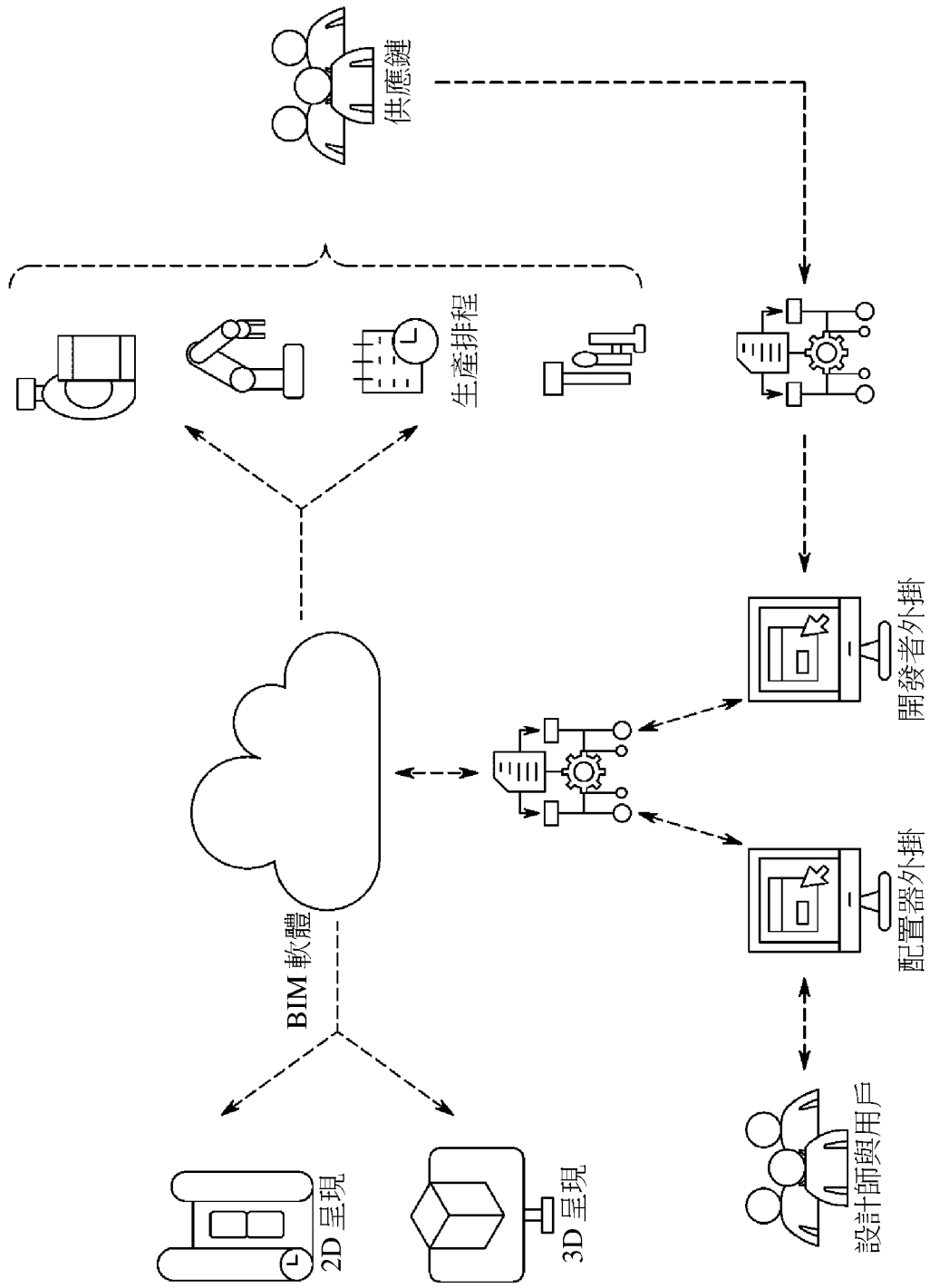
(圖4)



【圖5】



(圖6)



【圖7】

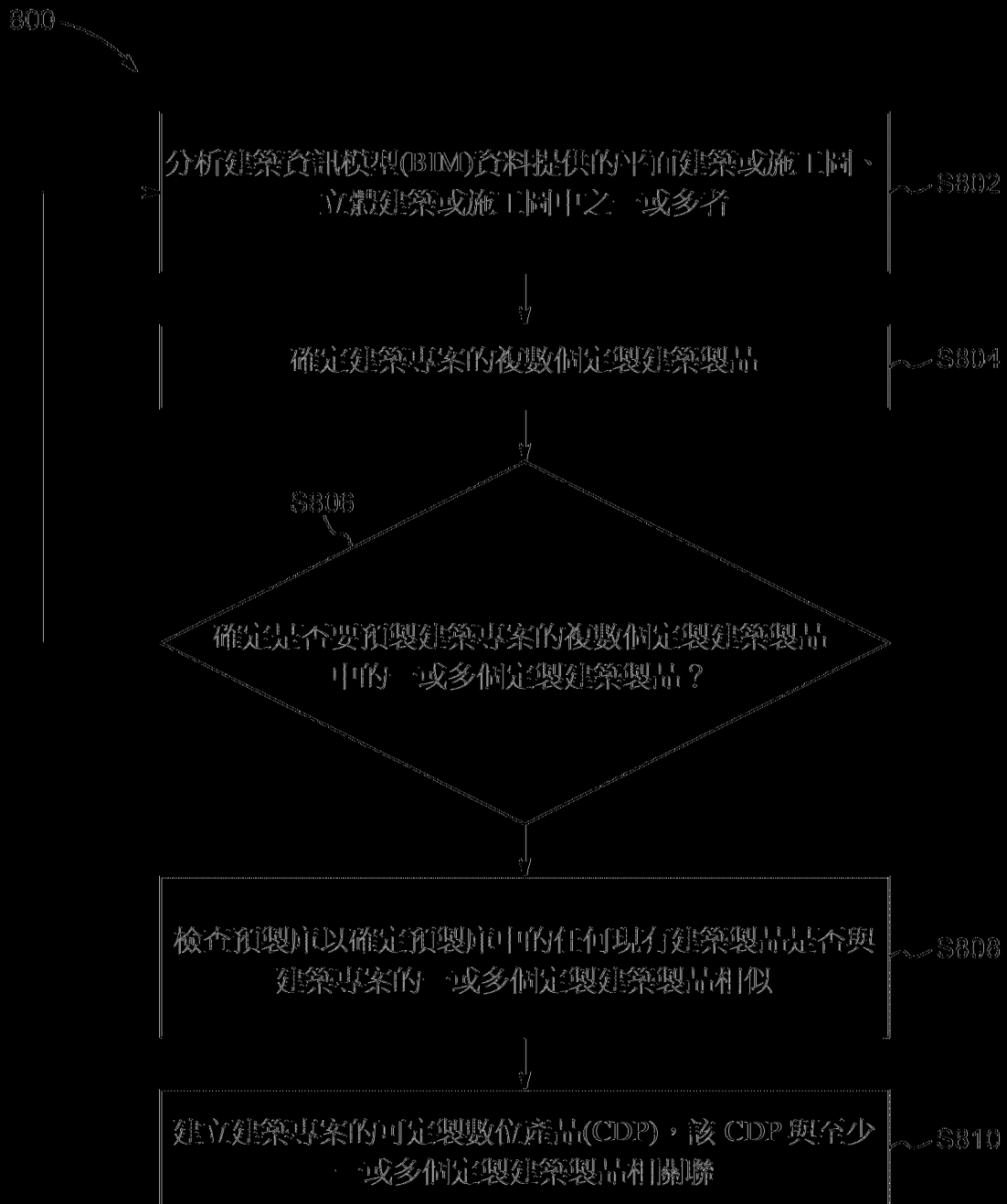
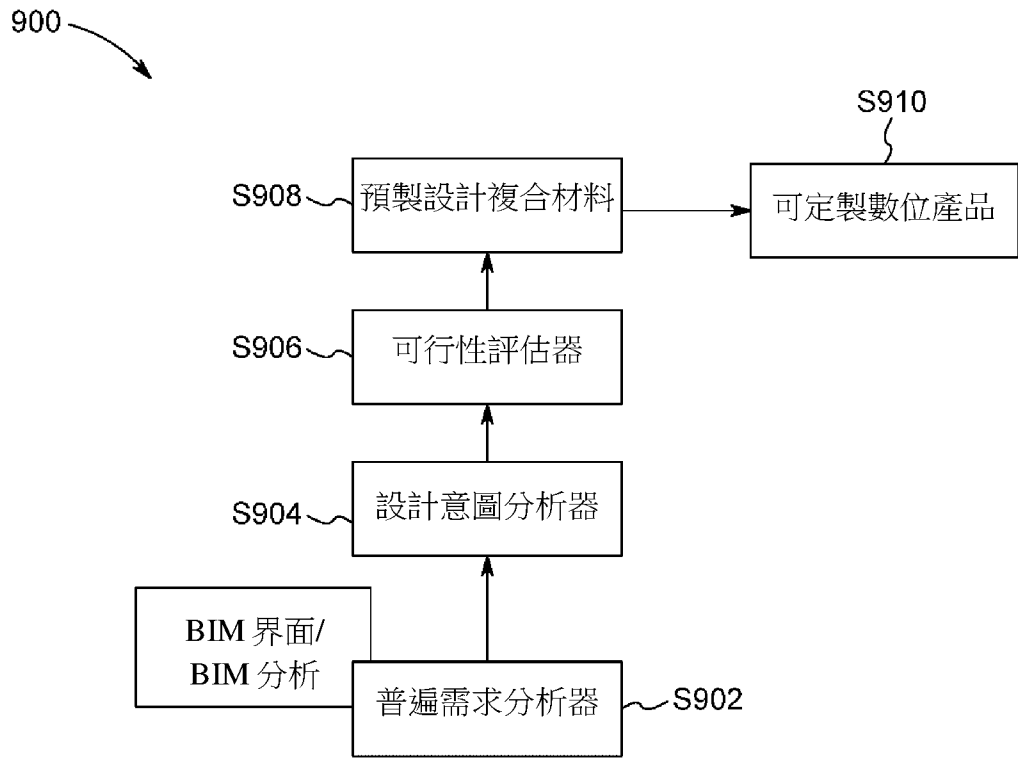


圖8



【圖9】