

---

# 序

隨著人類與技術間複雜關係的維持，對安全的高度連接性顯得格外需要。不斷突破限制的技術提供更多便利性、個人化或節省時間和財力；人們也期許藉由技術的推進能更快速、更低成本地成就更多事情。那麼，技術要如何跟進以滿足人類的需求呢？

我們今天使用的所有技術皆屬於分散式系統，包括許多需要協作和通訊的組件。每一資訊系統、每項現代的技術都是一個分散式系統，簡單來說這些系統的通訊方式為：陳述聲明或提出問題。每次通訊都試圖要讓人知道您做了什麼或是正在等待某問題的答案，用現代的術語來說是串流和服務。所有現代的分散式系統都具有服務導向架構組件，且事件串流處理也越來越流行。

因此，當我們繼續推動技術發展的同時要如何應對呢？為了使系統能夠做更多事情，它們需要更多的服務和事件，將這些事件和串流形成進入系統的資訊流，以分析模式、趨勢和傷亡情況。無論是作為人類還是數位系統，這些新擴展的服務帶進了與技術交互的新方法。為了使系統加速運行，勢必有一些研究領域可以加速核心的後端系統；然而應用在現實世界中，大多數的「加速」反倒造成了延遲。您跟技術的距離有多遠、技術可以跟您更接近嗎，這就是我所謂的**邊緣運算**。也許還有其他更好的定義，但對我而言，邊緣運算就是技術不斷發展能以更快速並完成更多事情的方式；能夠更接近提問者並處理更多事件與資料，且不需要使用無中央雲端的資源。

我以「銀行業務」來解釋讓您更了解其意義。不久以前您必須親自開車去銀行辦理如存入支票或提領現金的業務。我們後來經歷過一段過渡期，那時隨處可見的 ATM 可以操作部分的業務；但現在我們可能只需要持有智慧型手機或平板，甚至筆記型電腦，就能與人們

想得到的銀行服務互動；未來在餐廳裡等待 5 到 10 分鐘讓服務生帶著支票讓我們簽名也許是可行的。請假設一種可能遇到的情況：當您正使用手機從 Amazon 結帳，但已經等待了十分鐘仍未完成；由此可見速度、存取的重要，尤其是存取的安全性。

隨著系統增加存取資訊的需要性（以便能夠在處理相關資訊時，向所需的系統服務更靠近），我們需要一種創新的連接方式；不僅需要連接許多東西，還需要請求者、回應者、處理器和分析，來實現位置透明化、可移動及其安全性。新技術將會出現，為人們及所有的數位系統、服務和設備帶來更安全且高度連接的世界。

綜合以上的因素，指數有了大規模的創新，因而創造成熟的環境。想一想我們對互聯網、全球行動網路所做的事情，以及大約 50 億人口能夠彼此互聯。現在想像當世界上的數位系統、服務和設備都是高度連接、位置獨立、受保護且還能隨時進行安全的互動，當安全存取各種技術、資訊和服務已民主化時，試驗階段就會進入高度驅動階段。若再與人工智慧及機器學習結合來分析所有的事件與資料流程時，將有無限的可能。

一旦安全且高度連接的未來達成了，那麼下一步是什麼呢？系統要如何理解額外的資訊並進行互動呢？James 在本書中介紹了流程的基本觀念，及我們需要什麼樣的系統以利用新功能。您將會了解流程如何影響及塑造現代分散式系統，最後會了解到我們對此系統及其提供的技術之期望。我們需要的是一種能在現代系統中進行連接、受保護和通訊的新方法，而本書是開始了解新系統未來將如何改變世界的好地方。

——Derek Collison，NATS.io 創始人

---

# 前言

這是一本關於軟體整合及促進未來經濟影響的書，旨在使技術人員和決策者踏上一段，藉由與機構合作對未來願景產生變革的旅程；因此，這也是一本創造機會的書。

表面上看來這似乎是一本關於技術的書，我查詢了當今、將來可得的及促進組織間通訊活動方式的技術，但更重要的是本書想要傳達的概念：新技術對機構合作與協作發展的影響。

系統狀態的流暢、即時通訊就很像是河裡的水流或高速公路系統的交通流，是一種活動。流程遵循的路徑，由活動類型及想要使用這些活動的實體方其需求和期望來定義。越簡易的資料越容易找到正確的實體路徑，系統也越容易適應和發現符合期望的行為。

整合是數位經濟發展的關鍵，因為資料是推動經濟活動的因素。如今跨組織邊界的整合既昂貴又緩慢，為了良好運作市場及組織，依靠人工來處理大量的新資訊和歷史資料。於是問題來了，如果我們可以改變以較便宜且幾乎是瞬間的即時資料交換呢？

透過本書所討論的技術發展，能迅速降低互聯網連接因果關係之成本，但這反過來急遽增加組織執行的整合數量和加速經濟實驗。這如同寒武紀大爆發的條件——為改變世界運作方式的戲劇性解決方案提供了肥沃的土壤。我將說明為何無法避免此爆炸。如同 HTTP 創立了「全球資訊網」(World Wide Web) 連結世界各地的資訊，我所謂的「流程」則是建立「全球資訊流」(World Wide Flow) 來連結世界各地的活動。

本書在很多方面都具有挑戰，其中大部分是推測的，可能還需要十年的時間，全球資訊流的技術才可能被視為「主流」。強勁的競爭者都可能需要三到五年的時間來爭奪必要的編程介面與資料協定來實驗；那為什麼要現在寫這本書呢？

答案在於從數十年前的分散式系統發展中所吸取的教訓。作為一個全球性技術社群，我們常忽略擺在前頭的可能性，只專注於如何逐步改善已知的世界，而非防患於未然；畢竟沒有人能預知未來。

但我們確實擁有可以深入了解潛在趨勢的工具。藉著智能分析技術領域和使用者需求來找出可能發生演進或變革的地方。我將使用 **Wardley Mapping** 與承諾理論來說明流程需要哪些組成，以及為何它們會從今天的形式發展到無所不在的事件驅動整合形式。

雲端運算可能殺得許多組織措手不及，也可能為其競爭對手帶來優勢或者錯過了達成使命的機會。本書的目標不僅是幫助了解流程的含義，更是勢在必行。

我將以不同於以往的方式開頭：十年後的假設性技術期刊文章，其中將會提供關於流程的背景資訊及其如何在未來十年內推動變革。

第一章將介紹流程的基本定義到其關鍵所在；第二章將說明企業、政府、非營利組織和許多其他機構何以採用流程；在第三章將使用 **Wardley Mapping** 和承諾理論來說明為何流程被認為即將發生及其關鍵組成為何。

第四章將探討目前可用的「訊息傳遞和事件驅動的架構」將指導或構成未來流程系統的基礎，在前述的基礎上，與第三章中定義的 **Wardley Map**，會在第五章將討論到哪些方面需要關鍵性創新來支持真正的流程系統；最後第六章將總結目前可以做的事情來迎接並實現這未來的潮流。

## 本書編排慣例

本書使用下列的編排方式：

### 斜體字 (*Italic*)

表示新術語、URL、電子郵件地址、檔案名稱和副檔名。中文用楷體表示。

### 定寬字 (Constant width)

用於程式清單以及在段落中引用程式元素，例如變數或函式名稱、資料庫、資料類型、環境變數、語句和關鍵字。



這個圖案代表注解或建議。

---

# 全球資訊流的十年影響



本文假設虛擬流程標準、事件元資料協定及事件訂閱介面（統稱為網路事件流程套件）已於 2024 年推出並被許多科技公司採用。事件流程協定透過此建立的平台成為發送和接收資料串流（包括事件）的標準工具。

本文避開談論網路事件流程套件工作的細節，指出基於 CNCF 雲端事件協定建立而成的事件元資料協定，是一個事件資料協定。事件訂閱介面能讓消費者訂閱串流（大致基於當今的 MQTT (<https://oreil.ly/bM6hj>) 和 NATS.io (<https://nats.io>) 訂閱應用程序介面 [APIs])。本文同時也避免討論對描述結果不重要的細節。

舊金山（2034），十年前的本月，Cloud Native Computing Foundation（CNCF）和全球資訊網聯盟（World Wide Web Consortium，W3C）引進了網路事件流程套件（Internet Event Flow Suite，IEFS）標準。從那之後的十年內，世界經濟發生了重大改變：從功能強大的新在線服務到企業自動化方式的重大變革，無論好壞，全球資訊流（World Wide Flow，WWF）對世界運轉產生了巨大的影響。我們對於 WWF 所促成的一些令人難以置信的技術和服務感興趣，也對於事件驅動的整合及共享資料流的驚人增長表達敬意。

## 金融業中的 WWF

財務金融系統是基於參與「各種創造價值活動的各方之間」的資料（金錢）交換。因此金融服務公司無庸置疑是最早使用 IEFS 的企業之一，包含事件元資料協定（EMP）和事件訂閱介面（ESI）。信用卡公司能迅速利用 IEFS 提供客戶即時預算管理、父母控管和其他對時間敏感的服務。

然而，美國政府「即時經濟」(RTE)計畫的開端，是將即時信用卡和轉帳卡交易資料，與新的中央銀行報告作整合服務。RTE計畫週間每日報告關鍵性經濟資料，包括通貨膨脹、GDP及購買趨勢，並提供IEFS介面使訂閱者能夠在發布後立即收到資料，例如銀行利用IEFS介面來快速調整投資組合中貸款和投資的風險分析。有趣的是，美聯儲報告說，預計最快於明年提升報告速度至每小時（欠款則為四個小時）一次，而銀行也熱切期待這項改變。

股票市場也希望能使用即時流程標準。儘管股市和商品市場早已使用資料流程來啟用高頻交易和其他自動交易程序，但事件資料流程標準的引進能大幅度降低存取及處理串流的成本。以軟體API進行交易的成本可迅速下降，又有流程的加持，可吸引眾多愛好者交易，甚至產生一批以人工智能演算法或其他計算方法，試圖超越市場思維為主的新興金融服務公司。

多數的演算法未能在市場持有任何優勢，有一些甚至是完全災難型的。例如，總部位於威斯康辛州密爾沃基的兩人創業公司Komputrade，於2028年3月8日因Komputrade大崩潰受到指責。在此事件中，由於該公司演算法的異常導致美國股市暫停了一個半小時。

大多數的業餘演算法都沒有超過市場的平均水平；但有一些演算法使該發明家變得非常富有。Neuroquity的創始人Imani Abioye，其商品交易公司於2028年被JPMorgan Chase以340億美元收購，因而成為非洲最富有的女性。

## 零售業中的 WWF

零售業透過降低成本與增加企業即時狀態的可見度從WWF中受益。最初IEFS和EMP是用於標準化跨零售供應鏈的即時庫存資料交換，但在短短的幾年內，每間零售商都可以依自己選擇的庫存處理系統，從任何供應商接收庫存的事件流程。

這類系統很快就被整合到標準產品當中，包括來自SAP、Amazon和Microsoft的產品。新興的零售庫存公司也希望滿足產業中的小眾需求，如設備租賃和數位媒體授權，華爾街的寵兒——RentAll已幾乎成為所有租賃非房地產類物品的首選目標。流程使RentAll創造成功的商業模式，在此模式下他們以租用資產代替持有。

然而，WWF對零售業的影響並不僅限於庫存管理，因內建的追蹤位置功能及行動語音助理（例如Apple Siri、Amazon Alexa和Google Assistant）的興起，造就了如今遍布實體購物世界中的個人購物助手（PSA）。購物者只需簡單使用手機詢問哪裡可以得到他們尋



找中的商品，手機就會回應適合的商店並引導到確切位置；但假如該商店已缺貨，手機則會立即提供其他建議選項。這是目前大多數人都曾有的體驗。

隨著線上店家新增了許多功能，包括根據智能設備和產品包裝中的事件，能產生詳細的購物清單；也能根據當下交通路況為送貨司機規劃最佳路線；還能得到產品使用的品質回饋意見。此外，線上店家還會依據您購買的商品另設可能的新的訂單，如電子產品類的電池、雞尾酒的攪拌棒等，在送貨司機將貨物送達時您可以一併購買。

透過與客戶的行動設備和智能家居進行即時事件交換，WWF 提供的歷史相似事件流的儲存能實現所有功能。

## 大眾運輸中的 WWF

當然，除了 WWF 以外的各種創新進步，使大眾運輸業在過去的十年中歷經了一場大規模的革命。此乃歸功於一些企業家能夠以廉價且輕易的解決方案與整個運輸技術生態系統結合而成，WWF 的標準機制才得以使某些關鍵性的基礎架構組件發展得比過往更快。

汽車製造商特斯拉早期曾利用 IEFS，為車內或雲端的電池管理系統介面帶來創新。不久以前，特斯拉車主必須將汽車連接在家中或充電站的充電口才能為汽車電池充電，但新推出的特斯拉技術（Tesla SelfCharging）將自動駕駛模式、車載電池監控軟體、充電站的充電器連接機器人以及雲端服務相結合，提供附近可用的充電器詳細資訊；如此即便車主不在場，也能在車主方便的時候找到並驅使汽車連接到充電器。

雖然該系統曾因小故障釀出小事故，但此技術如今已廣受信賴，各大汽車製造商皆採用特斯拉或與之類似的系統於他們的產品中。利用 IEFS 與充電站通訊的新車大量湧入，導致過去五年內充電站和供應商都大量增長。

物流業也充分利用 WWF 優勢建立了託運人、客戶和貨運經紀人市場的網路，以確保將運輸的貨物與可用的卡車、火車、輪船和貨運飛機之空間進行有效匹配。最近被 FedEx 收購的 LoadLeader，藉由快速將貨物與卡車匹配且預留空間，建立全新的部分裝載運輸選項，產生高效的結果，使搬家公司開始接受商業運輸負載，商業託運人從而發現城市間新的商業運輸存儲模式。

該系統的效率已將負載調度轉變為公用服務，導致託運者（例如 FedEx 和 UPS）推出新服務，包括諸如「ASAP」運輸、需專門特別處理（例如冷藏）的低成本服務，以及安全敏感的有效負載服務。

## 醫療保健的 WWF

一開始消費者可透過個人健身追蹤來看 WWF 在醫療保健方面的應用。早期 IEFS 的採用主要集中在將健身設備（如 Fitbit）連接到設備供應商提供的保健追蹤系統上；但是到了 2025 年，Kaiser Permanente（與電子健康紀錄供應商 Epic 合作）利用 IEFS 串流，使客戶和醫生都能監視並將患者當前的健康狀況視覺化呈現，而其餘大多數的醫療保健系統也很快地追隨腳步。

醫療保健系統的改變重新省思了醫院對患者病歷管理。二十世紀中期，醫療保健產業開始轉向獨立的個人紀錄保存模式。今天病患對於手上資料的可控性比以往來得高；而 IEFS 透過將即時資料串流從醫院系統轉移到現代的獨立個人健康紀錄供應商（PHRP）的成本降到最低，使人負擔得起。大多數 PHRP 允許添加新的資料流（例如本地污染感測器資料或食物品質資訊），以進一步交換可能影響您日常健康之因素的詳細分析。

在醫院和醫師體系也發現了 WWF 的其他創新用途。如急診室迅速善用急救人員和 911 呼叫中心提供的資料串流，自動進行部分分類、資源計畫和空間管理。如今，大多數的醫院和私人執業醫療用品都是透過「智能櫃」技術按需求自動訂購，甚至在某些醫院還由機器人來備貨。CVS 和 Walgreens 已與多個醫師前台系統簽訂合約，根據處方和醫療訂單的即時監控來確定當地的藥房需求。

製藥公司正使用醫療保健串流來監視藥物的功效，並快速偵查出可能對該藥物產生不良反應的個別患者。自 2022 年以來，對處方藥預警系統的投資已減少約 72% 的意外死亡人數。

製藥行業還大量利用 IEFS 和 WWF 來尋找在各種診斷情況下可應用其藥物的機會。雖然有些醫生說他們日常不斷的推銷會分散注意力（甚至是危險的），但大多的診斷系統已減少治療建議中的「噪音」，並將藥物建議納入總體治療計畫的模板，包括基於個人健康紀錄和最新藥物功效進行個人化的功效評估。一經診斷後，這將大大簡化醫生在立定治療計畫時面臨的挑戰。

## 資料服務的 WWF

儘管有不少行業從 WWF 中受益，但多數人所認知的只是消費者、企業和機構可利用的串流中之一小部分。您想追蹤您家青少年觀看的影片嗎？串流可以做到；您想要在選舉期間即時關注投票情緒嗎？串流可以做到；是否想要了解將再生鋼重新鍛鍊成新產品的速度？串流可以做到。



事實上，共享即時資料的成本已變得相當低，但有一個不斷增長的事件串流被認為對國家基礎架構具有極大的重要性。國家氣象局免費的 WeatherFlow 就是一個很好的例子，它被稱為「最新氣象服務」。WeatherFlow 協調來自全球超過一百萬個氣象觀測站及位於其他地區的感測器（包含全球所有海洋上的自主帆船）之資料，來更新全球政府、企業和個人在地球上各地的情況。該機構為實現此目標，其基礎架構把這些資料來源與專用 IEFS 網路上運行的區域分析中心結合。WeatherFlow 團隊聲稱，如果有需要，他們每天可以利用此架構體系添加許多分析中心。

WeatherFlow 的最大消費者是運輸和物流公司，他們也是因惡劣的氣候條件而使業務受到最大影響的公司。大多數的主要國際航空交通管制系統都是使用 WeatherFlow 或是利用國際競爭對手來確保安全且有效的航線。消費型企業也發現了這類資料的價值如 LiveTime Games 成功獲得 Global Sleuth 虛擬實現遊戲，在玩家解開謎團時所訪問的每個城市中，重新建立準確的當前氣候條件。

目前全球幾乎有 2000 間公司和政府都在 WWF 上提供至少一項資料服務，他們除了使用這些服務來提高現有企業和計畫的效率之外，也在創造創新的解決方案打入新市場。

## 有一好，沒兩好

從 WWF 之於社會和經濟正面影響的評估，可看出對於公共安全與社會和諧既有良好的結果也帶來嚴峻的挑戰。雖不可否認即時活動的民主化，但與所有新技術一樣，它同時也會產生意想不到的負面影響。

在 IEFS 推出的早期，數十家新創公司被啟動，利用 WWF 破壞現有、相對低效率的企業。正如我們所見，其中有些企業改變得更好，但通常是在犧牲較大競爭對手的就業機會下發生的。

WWF 對文書工作的影響最大。其為員工提供任務佇列表，表中的項目為執行規定性的活動，將完成的工作提交至流程中的下一個佇列。機器學習與其他形式的人工智慧結合，與活動串流的現成可用性，使商業活動自動化的方式有翻天覆地的改變。

這些失去的工作機會是導致 2026 年底經濟衰退的部分原因（雖然不是全部的原因）。在經濟衰退後，美國聯邦政府成為許多國家政府中，積極尋求能激勵公民培養企業必要技能或促進零工經濟技能的一員。成功參半的計畫造就了新氣象，那就是新「流動企業家」階層的崛起；但是最近的政府資料顯示，在縮小貧富差距上仍無濟於事。

另一個 WWF 持續關注的議題是安全問題，儘管預設快速開發的協定與服務來加密 WWF 流量（包含由 AT&T 及 Verizon 等網路供應商提供的 WWF 撥號音），駭客依然能迅速在 IEFS 應用程式中找到許多可攻擊的獨特地方。

早期在 IEFS 實施時，很常見到「中間人」攻擊，他們延遲或破壞許多早期發行的金融系統應用程式。駭客能夠將流程重新導向到他們的系統，並在轉發資料到原本的目的地之前攔截甚至是竄改資料。通常有兩種方法可以緩解「中間人」的攻擊：資料來源革命性技術的科技巨頭公司 ProviCorp（即近期宣布的開源項目 Inception）以及在 IEFS 中導入更強大的身分驗證協定。

今天假設對於 IEFS 串流連接涉及的雙方跟透過它來傳遞資料是可信任的，並不代表此技術是無懈可擊。這可由最近的「中間民族」醜聞證實：中國，俄羅斯和美國相互指控對方在公共和私人安全串流中所進行的間諜行動。

使用 WWF 傳播社交媒體和社區內容事件也有好壞參半的歷史。六年前 Twitter 採用 IEFS 作為標準串流介面是社交媒體內容民主化的開創性時刻，但卻是等到 IEFS 廣告技術更完善後，對公司才有意義。如今仍難以找到不需觀看廣告或付費訂閱即可避免廣告的社交媒體資源。

色情行業起初使用 IEFS 作為通知訂閱者新內容的機制；然而在 2024 年，聯邦調查局揭發非法色情串流將兒童的圖像和其他高干擾性的活動散播偏布全球者。在聯邦調查局關閉該網路的同時，人們普遍認為這類的新資料串流是在 WWF 期建立的；這個為企業和政府確保串流的技術，使非法串流變得難以偵測。因此執法部門現在擁有專門的技術團隊來挖掘此類犯罪分子並將他們起訴。

最終，如果不承認 WWF 對政府政策的影響就無法完整回顧。如同前面提到的，「中間民族」醜聞暴露了各國政府可能會監控他們認為對國家安全有價值的資金流動的程度；然而大多數的國家透過 WWF 加強互聯網的執行，包括在網站上、WWF 資料源監測活動，甚至網路本身透過安全資料串流和資料分析技術。

WWF 也允許政客重新考慮政府的核心機構，例如美國當前的議題是：我們是否應該用營業稅代替所得稅。因為現在透過 WWF 更容易追蹤每筆數位買賣。儘管零售商對此存有爭議，美國國稅局（IRS）已要求國會批准與許多大型零售商合作經營聯邦銷售稅原型。無論這個想法在政治上是否可行，沒有人在爭論其技術的可行性，這展現出 WWF 的力量與廣度。

## WWF 的未來

在過去十年中雖然發生了許多事情，但是不難看出我們只是處於 WWF 發展的早期階段，而工業快速整合產生的新機會，將以戲劇性的方式改變世界。

無人駕駛汽車、智能建設、綜合城市以及眾多流行的技術，正迫使網路供應商仔細研究其基礎架構，思考如何能更有力支持海量的資料串流，而大多數主要的供應商都承諾會跟上需求，儘管有些仍在談論分層流量定價和私人的專用串流網路。在未來十年內，各國將必須決定出 WWF 要如何適應已實施的網路中立政策。

創新能推動 WWF 未來。新的設備和技術、基於即時資料串流結合的新服務，甚至是基於空間資料源的使用日益增多，都顯示出影響互聯網管理機構，例如 CNCF、網際網路工程任務組（Internet Engineering Task Force, IETF）及全球資訊網聯盟（W3C）發展的 WWF 核心技術，因此未來十年，希望至少能與過去的十年一樣具有革命性。

# 流程介紹

在撰寫本文時，全世界正處於 COVID-19 的危機之中，所有人的生活與工作都遭受破壞與威脅，要遏止它也面臨嚴峻的挑戰。儘管可採取許多個人行動，如戴口罩和勤洗手，但大量證據顯示真正的終結需要社區、國家和整個人類之間的即時合作。

我希望當讀到這篇文章時危機已過去，希望您可以回到與朋友、家人甚至陌生人的聚會中，享受為自己創造的未來。但是，馬來西亞和韓國在遏止病毒上相對成功，這表示其他苦苦掙扎於遏止疫情的國家可縮短（或至少減輕）危機，因為有更好的工具和計畫可追蹤接觸者與分配資源。

尤其「追蹤接觸者」與「資源分配」是需要全世界共同協調即時資料的活動。COVID-19 沒有政治或地理界限，其傳播取決於人民的移動，為了控制疫情並支持醫學界的回應，我們必須掌握人們在何處、移動方式及如何相互接觸，盡可能對這些情況都瞭若指掌。

因沒有統一的機制，所以無法快速建立即時共享資料的工具。每個參與生成或處理必要資料的軟體系統都有其獨特方式將資料供其他系統使用，包括系統如何請求或接收資料與如何封包資料。

例如，手機應用程式可以透過藍牙連接來擷取通聯資訊。但是，要將其發送到代理 COVID-19 檢測站，則需要這些機構、行動網路公司和手機製造商就資料共享的方式和條款進行協商。即便每個人都有解決問題的動力，但也可能需要花上數週甚至數月的時間。

雖說資源協調應該容易許多，但是每間製造商、分銷商和醫院系統都是各自獨立且也不容易共享資料。在疫情初期，尋找物資主要靠人為方式。首先搜索分銷商和製造商的網站，然後在搜索未果時暫時求助於個人聯繫和專業網路。但因資源的激烈爭奪，發生個人防護用品銷售相關的詐欺案件<sup>1</sup>。

本書不是講述 COVID-19 或反映此議題，只是書中涉及的技术因這項事件正朝著更好的方向發展技術生態系統來解決無數的問題。本書實為關於介面和協定的發展，使即時事件串流的整合標準化且通用，是一本關於流程的書。

隨著越來越多的企業和組織皆走向「數位化」，彼此之間的經濟互動也越來越數位化；如金融交易完全無需人工干預即可執行、透過計算機預測生產需求來確定庫存的大小及時間。食品供應的安全日益依賴於生產商、託運公司、批發和零售業者，他們維護著難以欺騙的數字「證據鏈」。

為了從根本上改變橫跨組織間交換即時資料的方式，無論是在企業、政府、教育、非營利機構乃至個人生活上都奠定了基礎。早期嘗試事件驅動的架構、流程管控及標準化事件元資料的進展正慢慢收斂，為建立明確定義的機制。

從工廠的零售和機器自動化系統中的即時庫存管理，已可看出客製化案例的整合價值；但是，由於不同的介面、每個協定都有其特定用途所定義，在整個經濟範圍執行事件驅動的整合時，存在著不確定性及費用。

您在本章開始之前讀到的那篇假設性文章就是一個例子，說明如果您去掉大部分的支出，那世界將會是何種樣貌？如果降低使用關鍵資源的費用時，就為實驗和創新打開了大門；否則，產生的成本是無法負擔的。本文中描述的創新證明經濟運作關鍵部分的進步，並希望描繪出流程如何為不同機構之間的商業往來與即時合作帶來爆炸性的商機。

如果流程在 COVID-19 蔓延之前就已經發展純熟，那可能會見到不同的反應。一旦可掌握聯繫人追蹤資料就能輕鬆地分享給其餘有權使用的人，如此一來不同廠牌的智慧型手機和不同來源的即時資料可以輕易結合以全面了解個人的接觸風險。每個醫療設備供應商的最新庫存資料都可以迅速結合到一個國家甚至全球供應的單一視圖中。隨著新供應的口罩和其他關鍵設備開始生產產品，他們將資料新增到庫存中，不需要特地為其間的連接管理開發程式碼、資料打包和流程控制。

1 聯邦貿易委員會 (Federal Trade Commission) 於 2020 年 8 月對這類的三間公司提起訴訟 (<https://oreil.ly/EVmlP>)。

讓我們試想一下未來在這種情況下，共享即時資料隨處可見且概述流程的產生，以及可能對經濟運轉方式帶來的重大影響。我們將從定義流程開始，描述流程的關鍵屬性，然後逐步了解為何流程透過軟體整合後對組織產生重大的變化；也會舉出一些關於如何使用流程的事例，並總結支援這些事例所需的適當機制；最後也會概述本書其餘部分涉及的關鍵主題。

## 什麼是流程？

流程是事件驅動、鬆耦合、高適應性與擴展性的網路軟體整合，主要由標準介面和協定所定義，以最少的衝突和最低勞力來實現整合。據我所知，目前尚未有共識的標準；但我們將看到不可避免的現象：流程推動整合業務和其他機構的方式會發生翻轉性變化。

就流程的機制而言，此定義仍有諸多地方需要改進，因此讓我們定義一些將流程與其他整合項目分開的關鍵屬性。在資訊理論 (<https://oreil.ly/HeiX8>) 中，研究了資訊的量化、存儲和通訊，一組資訊的發送者稱為生產者，而接收者稱為消費者（有些術語使用來源者和接收者，但我更喜歡生產者和消費者）。請記住一點，流程是指資訊在不同軟體應用程式序和服務之間的移動，其特徵在於：

- 消費者（或其代理商）透過自助服務介面向生產者請求串流
- 生產者（或其代理商）選擇接受或拒絕哪些請求
- 建立連接後，消費者無需主動請求資訊，而是有可用的資訊時會自動發送給他們
- 生產者（或其代理商）保持對相關資訊傳輸的控制，亦即何時傳輸、傳給誰哪些資訊
- 透過標準網路協定發送和接收資訊，包含專與流程機制匹配的待確定協定

流程使資訊使用者能夠定位並從獨立運作的資訊生產者端請求資料，生產者（或代表生產者管理流程的代理人，例如管理流程的無伺服器之雲端服務或網路服務）不需提前知道消費者的存在及時間。除此之外，流程還允許生產者（或他們代理人）保持對資訊共享格式、協議和策略的控制。



許多參與事件驅動系統的技術人員認為生產者和消費者應該從管理連接機制、事件路由器以及涉及各方間傳輸資料的系統中去耦合。我們在流程中定義的「代理人」指的是代表生產者或消費者的外部服務可能採取各樣行動如策略管理、網路優化或生成遙測。由於不確定流程採用哪種形式，因此我將利用生產者來表示生產者及其代理人，而消費者指消費者和其代理人。



流程僅在有服務及應用程式為串流準備資料、接收時消耗串流，或以其他方式操縱串流時才凸顯其價值。於流程連接任一端處理資料的行為，我們稱之為**流程交互作用**。Strategic News Service 的 CEO，Mark Anderson 於 2016 年首次向我介紹了一般性資料串流與交互作用之間關係的重要性；正如他當時告訴我的：沒有交互，流程就僅僅是資料的移動；但與流程產生交互作用才能創造價值。

流程和流程交互作用取決於消費者被動接收資料並僅回應相關信號的能力。在技術領域，我們關心的信號通常代表某種狀態變化，像是系統中某處或某形式之資料的創建或更新，如感測器可能在製造過程中偵測到關鍵溫度升高會發出信號、或是當股價改變時股市也會發出信號；這些是眾所周知的細粒度信號。有些狀態變化較大、頻率較低的信號也很有趣，例如卡車有表明可用的載貨量信號，或甚至企業發出信號表示預計進行首次公開募股。

在繼續之前，我先定義一些使用過的術語以確保不會引起混淆。當把狀態更改的資訊與其他上下文（例如更改發生的時間或與更改內容關聯的 ID）打包一起時，我們稱為**事件**。生產者擷取並打包資訊隨後將其發布為事件供消費者最終使用，而兩方（例如生產者和消費者）之間一系列事件的傳輸稱之為**事件串流**。

必須注意的重點是，可以透過兩種不同的方法在網路上傳輸資料串流，如圖 1-1 所示。

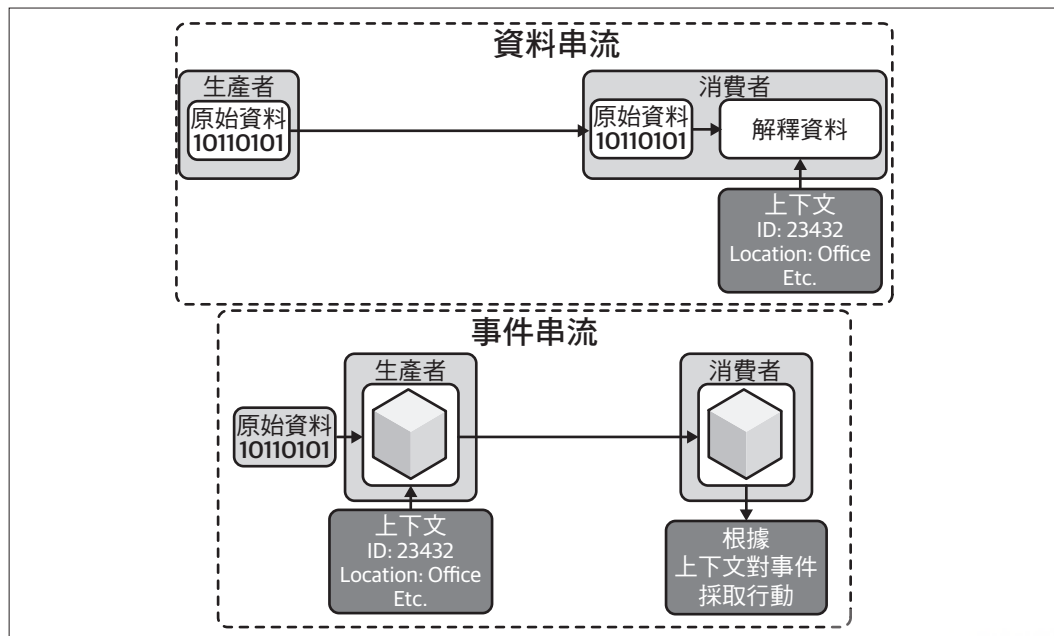


圖 1-1 事件串流與原始資料串流

第一種方法是直接發送在网络上的每筆資料而不需添加任何上下文，此原始資料串流要求使用者於接收資料時添加上下文。這可以根據了解串流來源（如來自特定感測器）、在資料串流中尋找線索（如包含來源位置的資料顯示，如相機的圖片），或者從使用者擷取時間戳記判斷何時發生狀態變更來完成。

第二種方法是讓生產者確保存在狀態變更的資料與上下文資料打包一起，我認為這是將資料串流轉換成事件串流的原因。傳輸的資料內含的上下文讓使用者可以更好理解該筆資料的性質，大幅簡化了解事件發生的時間、地點所需的工作。

技術上來說，儘管流程可同時適用於原始資料串流及事件串流，但我相信事件將主導用於跨組織邊界整合系統的串流。因此，您將發現我在本書其餘部分的另一個關注重點就是事件串流。

在任何情況下，消費者都必須要保持能夠連接到生產者並解釋所收到的任何資料；而生產者必須以消費者可使用的格式來發送任何可得的資料。與軟體中的整合方式一樣，要實現此目的需要做兩件事：一個消費者可用來與生產者聯繫並啟動連接的介面，以及生產者和消費者都同意用來格式化、打包和傳輸資料的協定。

## 流程與整合

我覺得跨機構邊界的事件和資料串流特別有趣，因為它們在經濟體系發展中發揮了關鍵作用。我們正快速地將交換價值（資訊、金錢等）數位並自動化以構成現有的經濟；也花費大量時間和精力盡量降低人為干預以確保更好、更快、更準確得執行關鍵性交易。

然而目前跨組織邊界所執行的大多數整合都不即時，需使用專有的格式和協定來完成，仍存在著大量「批次」資料交換，例如將文本或媒體檔案存放到他人的文件系統或雲端存儲中，然後必須由使用者發現後讀取。如果沒有一種一旦檔案到達就觸發的機制，則使用者可能會選擇直到特定時間再來查找處理檔案；或者每隔一段時間（例如每小時一次）來輪詢檔案。在批次處理中，從發送信號到採取相對應行動之間存有延遲。

有些行業已確定了用於公司間交換資訊的資料格式，如電子資料交換（EDI）紀錄；但這些僅限於特定交易，只佔了所有組織整合中的一小部分。即使存在著用於串流傳輸的應用程式介面（API），可於信號發送後立即採取行動，這些 API 在很大程度上還是每種產品所專有的。舉例來說，Twitter 廣泛使用 API 來消費其社交媒體串流，但完全是他們專有的。還沒有公司或行業，具有一致並商定的機制，可以立即交換信息來採取行動。

如今，跨組織整合（尤其是即時整合）是一項「自己動手」的實作，開發人員發現他們不得不親自投入大量心力來理解、定義用來交換資料的管道。生產者和消費者必須解決有關網路連接性、安全性、流程控制等方面的基本問題，而非僅僅於彼此之間傳遞簡單的資料集；且若希望進行即時資料交換，則資料來源必須建立易於使用的 API 和協定。現今整合即時資料產生的支出非常昂貴，因此該過程只保留給時間最緊迫的數據。

現在來思考一下，透過眾所周知的機制來建立和使用事件串流時會發生什麼事。每個開發人員都知道如何發布、查找及訂閱事件；除此之外，如果對編程和傳輸資訊的協定也相當了解，那麼無論開發語言及平台為何，每位開發人員都能與事件串流交互。函式庫和服務能消除大多數（即使不是全部）產生和使用任意事件串流所需的工作；即時整合的成本將急劇下降並且開始對串流有創新的用途。

為了支援不斷變化的人類交互結構，流程架構必須設計為異步、高適應與高擴展性。使用者必須直接連接並利用串流（如圖 1-2 所示），也必須能夠隨意關閉連接。任何消費者的連接活動都不能對生產者的營運能力產生負面影響，這些要求使生產者盡可能與消費者去耦合，進而鼓勵發展一套單獨的服務來代為處理流程。

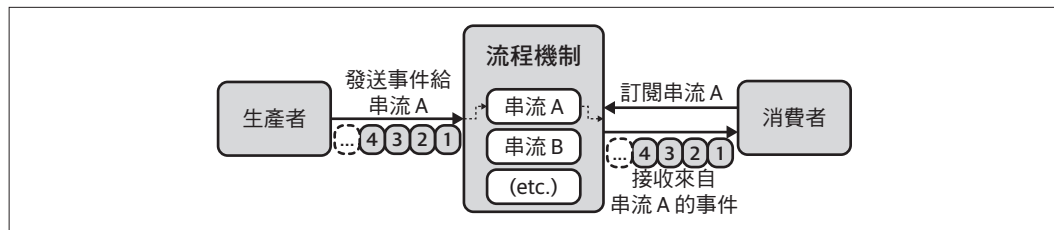


圖 1-2 流程的簡單範例

此外，高適應性需要可輕易導入至流程生態系統中的新技術，並且能供消費者和生產者根據其要求從中選擇。由於整個過程涉及許多變數，因此要開發諸如此類的流程生態系統需要花費一段時間。

在將不同領域的活動聯繫在一起的過程中，流程為創意創新造就了巨大的機會。例如智慧城市感測器的即時顆粒資料可與個人生物特徵結合，以了解哪些顆粒對個人的健康或運動表現最為有害；將天氣模型資料與交通和運輸需求數據結合，以幫助物流公司優化配送包裹路線；而個人履歷也可能來自過去或現任的雇主、讀過的學校、甚至是由電子書應用程式和 YouTube 所提供，另外還可以將您有新技能的信息發送給現職的 HR 系統，進而告知對該技能感興趣的經理。

事實上，流暢的體系結構不過是為開發人員和企業家打開了眾多可能性之極小部分。資料來源擁有的串流越多，就越能吸引消費者及進行更多實驗，進而帶來新的資料組合方式以創造新價值。



在之前的文章中，我說明了許多雲端如何實現新企業整合的例子，我會不時地提及其中四個虛構的公司或項目。那些公司或政府項目各自代表一種流程模式，將在第五章中詳細討論，它們也會在其他章節作為例子以說明相關概念。

表 1-1 簡要介紹了每種項目，幫助您在本書其他地方看到這些內容時能有一些了解。

表 1-1 四家虛構公司展示的流程模式

公司或項目	模式	目的
WeatherFlow	分配器	美國國家氣象局提供的一種虛構服務，主要在每分鐘提供地球上有人口居住地區當下與預測的天氣，及最新消息。此 WeatherFlow 流程交互作用的例子，僅收集由少數幾個模型生成的事件，並廣播給成千上萬的消費者。
AnyRent	集合器	一間虛構的創業公司，在無任何庫存的情況下就建立了世界上最成功的線上租賃業務之一，他從全世界所有的主要租賃公司收集可用的租賃資料，並向客戶提供單一虛擬庫存。AnyRent 是一家公司的範例，從上百個（也許是成千上萬個）的生產者那收集資料，然後為下游端的消費產生合併的事件串流或使用者介面。
Real Time Economy (RTE)	信號處理器	由美國聯邦儲備銀行提供的虛構服務，用於收集來自成千上萬個來源的經濟資料並進行深入的經濟分析，再根據分析結果發送事件給相關訂閱者包含新聞界、金融服務公司和其他組織。RTE 為服務範例，處理收到的事件串流找出需要其他人員採取行動的信號，然後接收該信號的事件。
LoadLeader	協助器	LoadLeader 為虛構的貨運合併商，已找到如何快速將可用空間與部分載貨託運者，以及來自北美各地企業的少量貨物進行匹配的方法，將提供託運者新的貨物形式。LoadLeader 是一個透過流程盡快處理使供需匹配的服務例子。

當任何活動資料來源都可以連接到任一授權的軟體並從中創造價值時，流暢的架構即為巔峰之作。隨著時間飛逝，組織將發現可把活動聯繫在一起創造新價值的方法，就像水在下坡時尋找海平面一樣，活動也會找到它的價值之路。不久將會看到越來越多活動流程圖、活動資料被解釋、合併並經常重新導向到新的消費者。這流程資料的全局圖以及分析、轉

換或以其他方式處理資料的軟體系統，將建立一個與全球資訊網（World Wide Web）之範圍及與其重要性相媲美的活動網路。

這種全球活動圖即為我所說的全球資訊流（World Wide Flow, WWF）。WWF 承諾不僅要民主化地分配活動資料，還要建立可反覆測試，並以低成本發現新產品或服務的平台。WWF 承諾將實現從個人擴展到跨國公司，甚至全球地緣政治系統的自動化規模，但並不會取代 WWW，後者是類似的連接知識網路；反之，WWF 將經常與網路交織在一起，促進互聯網使世界變得更小。

## 流程及事件驅動架構

並非所有透過網路交換的數位資訊都是流程。舉個例子，傳統透過「請求——回應」API 同步請求資訊的方法無法滿足此定義。在這些介面中，消費者可能啟動連結，但是只有當消費者請求時生產者才需要發送資訊，可是消費者在發出請求之前是無法得知的，因此通常無法即時傳遞資料。

在商業計算的前六十年左右，當時的技術限制了機構之間傳遞資訊的速度和方式。在紙上、打孔卡或磁帶上傳輸資料（顯然非即時方法）是組織間交換數位資料的第一種方式；而網路技術如 Internet TCP/IP 改革了共享資料的方式，但跨企業邊界的基於網路整合，直到互聯網發展起來的 1980 到 1990 年代之前並不算真正起步。

早期的遠程計算機網路技術由於受到許多效能的限制，導致很難做到即時共享資料；企業因而依靠「批次」方法，將大量資料打包到與另一方共享的工件中，然後作為單個工作單元由另一方處理。如今世界經濟中的大多數（也許是全部）數位金融交易在結算過程中仍依賴批次處理，在新千年開始之前，即時整合很少見。

現在能看到越來越多透過 API 模型做即時整合，主要有兩種模型：消費者藉由 API 呼叫生產者請求當前的狀態，或者生產者可以在某些特定條件下對消費者進行 API 呼叫以發送即時資訊。前者具有與批次處理類似的問題：使用者需要連續發送 API 請求，或是以延遲資料「即時」特性的速率安排 API 呼叫。

後者（生產者稱其為消費者）是一種良好的整合模式，生產者觸發動作（例如讓使用者點擊一個按鈕以開始交易），且消費者服務能提前知道。然而這必須提前了解消費者的需求，這要求限制了此模式在商業整合中的使用。可想而知，讓消費者與生產者協商連接，且實現滿足他們期望的 API 端點，是很昂貴的。



有鑑於這兩種 API 模型都無法實踐即時整合的快速發展。對公司而言，提供即時資料給未知消費者隨意處理極為罕見，這代價太高了；儘管他們限制了可自由使用的資料數量和模型，仍有像 Twitter 這類的例外。

有望改變現狀的是實行低成本且簡易的即時資料整合，這也是為何現代事件驅動架構（EDA）深刻改變公司整合方式的原因。EDA 是高度去耦合的架構，意味著在雙方交換之間幾乎沒有依賴性；EDA 滿足生產者不需要知道消費者的位置甚至存在的需求。消費者啟動與生產者（或生產者代理人）的所有聯繫，若生產者消失，消費者將只會停止接收事件。

EDA 是一套利用事件來完成任務的軟體架構模式。為簡單起見，當我提到 EDA 時，有時也會包含利用資料串流來交流活動，但有一點要承認的是，並非所有資料串流的使用都符合流程定義，而且資料串流在技術上也並非傳輸事件。即使這兩種串流類型之間存在重要區別，但本書中討論的大部分內容均可適用於這兩者。

本書雖會詳談 EDA，但並非要成為此主題的專家，而是會探討幾種 EDA 模式的特質以及他們如何告知流程的關鍵特性。在發現 EDA 可能發展為建立流暢的流程架構方法時將以此為基準。

另外需要注意的是，EDA 和流程並不會消除目前分散式應用程式式架構的需求，反倒新增強大的結構來即時連接活動，因此組合性的概念就顯得重要。可組合的架構允許開發人員使用一致的機制來組裝細粒零件，用於資料的輸入和輸出。在各種 Unix 和 Linux 程序中找到「管道」功能（由「|」符號表示）就是一個很好的例子。開發人員藉由組合命令集合，僅在它們之間透過管道傳遞通用的文本資料來解決極其複雜的問題。解析和處理文件（例如紀錄檔案或追蹤堆疊）的大量腳本證明了它的力量，相對的在計算機操作中使用 Shell 腳本自動化工具也在不斷增加。

類似於可組合架構的上下文體系結構，其中的環境提供可整合的特定上下文。欲使用這類整合，開發人員必須對可用資料、傳遞資料的機制、編程和部署軟體的規則等瞭如指掌，諸如音樂錄製應用程式或 Web 瀏覽器使用的軟體外掛即為上下文體系結構的例子；儘管在某些案例中可能非常有用，但它們使用起來很笨拙且常受到限制。

EDA 為鬆耦合之方法，可在有用的地點和時間（如 API）獲取資料，但其被動特性消除了從 API 獲取「即時」資料所花的許多時間和資源消耗。EDA 為建立事件即資料串流提供更具有組合性和進化性的方法，這些看似很小的差異卻非常重要。



## 流程的原型

現今有很多即時資料傳遞於組織之間的事例，但並不是真正在流動（如這裡所定義的）。現有的流程介面通常是圍繞專有介面建立而成，存有的 API 和其他介面通常僅由生產者有目的性的設計，或者被用於特定案例（如工業系統）。除此之外，連接到串流（至少在最初）可能不是「自助服務」，因為完成連接需要與供者進行人為互動。

其中最明顯的例子是高頻交易系統（HFT）使用的即時股票市場資料，像是 NASDAQ 之一長串交易協定選項（<https://oreil.ly/MbWPn>）和 NYSE Pillar（[https://oreil.ly/438Y\\_](https://oreil.ly/438Y_)），後者支持二進制協定與金融資訊交換（Financial Information eXchange, FIX）協定。兩者皆使用專門為速度和規模建構的整合介面，通常涉及直接連接至交換機上特定伺服器 IP 地址的指定連接埠。

這種低延遲架構對於 HFT 的成功至關重要。HFT 佔當今全球股票交易的 10% 至 40%，被認為是提高市場流動率與創造新的波動性來源（<https://oreil.ly/5zSOB>）。HFT 之所以可行是由於 1980 年代初引入的電子交易；而當今的 HFT 系統是高度自動化的交易演算法，比其他 HFT 系統和人工交易者更迅速發現交易機會進而獲利。

這要求的就是速度，也是為何大多數 HFT 系統實際託管於資料交換中心，並直接連到交換伺服器，以盡量減少網路延遲。儘管 HFT 系統可以執行交易，但它們是在回應穩定的股票或其他可交易工具股票資訊串流。與交易系統的直接連接使 HFT 可接收定價資料和發布指令，並透過它利用套利機會在競爭者之前搶佔先機。

但是在利用專用網路發送資料之前，交易者與市場系統之間的連接是明確的。消費者（HFT 系統）到生產者（交易所或市場）之間的連接沒有自助服務介面，這就與流程定義相反。在流程定義中，消費者無法隨意建立和銷毀連接；相反的，生產者非常了解每個 HFT（或資料的其他使用者），因為他們必須在其交換伺服器上開啟連接埠建立連接。

關鍵是生產者必須直接代表客戶端完成一些工作（例如，開啟網路終端口並建立安全憑證）。雙方須共同採取行動來設置，這意味著必須先建立企業關係，HFT 才能嘗試使用交易所的回饋。此外，HFT 必須了解生產者接收和解釋資料的機制，這些機制可能因人而異，導致實施時產生摩擦，增加建立新連接的成本和時間；然而流程架構則能消除大部分的摩擦。

另一個例子是 Twitter 的 PowerTrack API (<https://oreil.ly/mwA75>)。Twitter 每天產生超過 5 億條推文，是一個相當大卻非常有價值的資料串流<sup>2</sup>。Twitter 的客戶因各種目的使用它，包括客戶情感分析、廣告評估和突發新聞事件的發現。PowerTrack 允許使用者在來源即可過濾資料或僅針對與資料分析相關的推文。舉例來說，零售商 Target 可能只會過濾出僅帶有自身品牌名稱的推文。

如庫存串流一樣，PowerTrack 要求消費者在使用前先與 Twitter 達成協議，在這種情況下，Twitter 幾乎無須設置即可支援每個新客戶。事實上，從這方面看來，PowerTrack 確實非常類似我設想中的流程：使用者透過 API 呼叫請求串流，然後 Twitter 開啟與使用者的連接，流入資料。

Twitter 和股市之間有一個重要區別，應多加留意。Twitter 使開發人員可以隨意建立和銷毀連接；但股市旨在始終保持連接，連接不會隨意創建和銷毀，其主要原因是與時間敏感性有關（也許在某種程度上與設計技術的年代有關）。在股票交易中，微秒是很重要的，因此資料傳送的設定必須以最小的時間間隔來處理或路由；但對於 Twitter 而言，使用開放性的網路標準速度即很好，因此開發人員更喜歡其 API 方法提供的普遍性和靈活性。

而我認為這是 WWF 必須支援多樣性的線索，我們將在第二章中進行探討。

## 程式碼與流程

如果我們正尋找流程的基礎，那麼必須考慮另一階段的關鍵趨勢，就是設定階段。「無伺服器」編程依賴於系統中的事件和資料串流，越來越多地採用託管排隊技術如適用於 Apache Kafka 的 Amazon Managed Streaming (Amazon MSK)，或 Google Cloud Pub/Sub 及功能即服務 (FaaS) 程式碼包裝和執行之快速增長，例如 AWS Lambda 和 Microsoft Azure Functions 是代表流程已起步的真實信號。

Amazon Web Services (AWS) 是無伺服器編程範例的首批提供者之一，也許仍然是觀察流程誕生之最完善的生態系統，關鍵在於旗下 FaaS 產品 Lambda。Lambda (<https://oreil.ly/ukDgh>) 允許開發人員「無需配置或管理伺服器即可執行程式碼」，這點很重要，因為能從運行客製化軟體中消除大部分的操作設置。

<sup>2</sup> 那裡有更大的數據流。我知道諸如行動網絡之類的系統每天會生成 PB 級資料。相比之下，Twitter 每天傳輸的資料量為 TB 級。TB 是 PB 的 1/1000。

只需編寫函式、配置相關依賴項和連接的內容進行部署，並在每次觸發事件時執行該函式。如同 Google 和 Microsoft 等競爭對手提供的產品原則一樣，消費者只需為程式碼運行的時間付費；如果程式碼閒置未被使用，則開發者不需支付任何費用。

AWS 是未來開發這種「無伺服器」模型之應用程式的眾多公司之一。藉由高度組合性並提供多元服務選項，盡可能減少應用程式的配置和部署工作。人們相信，對於大多數開發人員來說，沒有理由在大多數軟體中繼續使用傳統的架構。

但是單單介紹 Lambda 不足以吸引開發人員使用該平台，AWS 需要的是一種有說服力的方式，使開發人員願意嘗試該服務。因此他們提出一個絕妙方案：在各自營運的核心服務中增加觸發器，從建構軟體自動化到資料存儲再到 API 開道等，然後讓開發人員自行定義 Lambda 函式，以回應來自受支援服務的觸發。

產生的結果是，在 AWS 上運行應用程式的開發人員及操作員僅需編寫和部署程式碼，就能自動執行基於即時事件的活動。不需伺服器、容器，也不需使用 API 來決定是否應觸發程式碼，只需要簡單設置即可。

因此，AWS Lambda 除了是易於操作的應用程式平台之外，還是使用其他雲端服務的腳本環境。因巨大的需求量，AWS 不斷努力添加新的觸發器而吸引越來越多的開發人員。一旦無伺服器產品組合的價值被看見，開發人員便希望利用此模型編寫應用程式。

許多有豐富的分散式系統經驗之專業人士相信，未來將屬於某種形式的無伺服器編程，因為它可以最大幅度地減少開發人員的負擔，同時又能盡力擴展正在運行的應用程式與服務。有鑑於事件驅動的方法，無伺服器模型似乎是 WWF 未來成功的關鍵所在。它使用一種非常符合流程定義的模型，提供與事件串流交互的低成本、低投入的方式。只要功能開發人員認為合適（並經授權），就可連接功能到事件生產者以滿足消費者控制連接的標準，同時生產者也可保持對流程的控制，這樣既能減少消耗事件所需的精力，也能增加流暢架構所適用的使用案例。

## 未來章節

了解「流程」為何是不可避免的趨勢，首先要了解企業為何希望透過事件和資料串流來整合。如果不能為企業或社會創造價值，就沒有理由讓系統朝著即時活動處理的方向發展；因此第二章的重點將放在為何企業、政府與其他機構需要採用流程動態。

我們首先將探索流程採用的關鍵驅動因素：客戶體驗、營運效率以及創新，再探討流程如何改變數學的比喻以實現其應用，即降低成本、增加靈活性並提供更多選擇。最後我們會探討，採用流程會如何改變組織的合作方式，及其帶來的正負面影響。

建立流程的進化驅動後，我們會回頭看流程整合的價值鏈，第三章將從介紹 **Wardley Mapping** 開始，這是一種視覺化的技術，用來獲取有關技術使用和發展的形勢感知。我們將從建立價值鏈開始，然後使用另一種建模技術——承諾理論，來驗證組件之間的協作關係；借助於經驗證的價值鏈，把每個技術組件對應到總體的演進階段。

今天有各式各樣的解決方案為流程奠定了基礎，但我們的價值鏈將簡化流程需求為 14 個關鍵部分，其涵蓋了流程傳輸與流程交互的關鍵需求，並構成分析當前 EDA 市場的基礎。

第四章將介紹目前事件驅動系統市場背後的基本概念，包括企業和其他機構使用的關鍵平台及服務；也會評估現有的服務匯流和訊息佇列、物聯網（IoT）與事件處理平台。

第五章將在第三章中建立的 **Wardley Map** 上執行一些小遊戲。我們需要的元件要如何從現今狀態發展而來？對於沒有良好解決方案的元素，可能來自哪裡？超越自定義流程整合所需的關鍵介面和協定的可能來源又是誰？

我們將會發現開源軟體解決方案和大規模雲端供應商對未來解決方案的重要性，也會討論現今公司正研究的幾種整合模式，這些模式可能對未來即時事件的流動方式產生重大影響。

第六章將提供建議給機構：如何開始為整合 **WWF** 做準備。雖然我們正努力於五至十年內使流程成為主流；但同時也相信，架構和建構軟體對善用現今流程至關重要。對於機構來說，採用開發、發布和營運實踐極為重要，使他們能利用流程提供的快速實驗優勢。由此可見，要對流程進行完整、詳細和準確的預測幾乎是不可能的；但是，了解將要發生事情的「形狀」，對於希望利用它的人來說是非常有利的。

本書最後面的附錄，可看作是對各種產品和服務的簡易調查，為實現價值鏈中的組成承諾。雖然這不是一份詳細清單，但我相信它將對供應商及開放原始碼項目針對常見串流問題所採取的不同方法給出公平的論點，對於希望能夠了解流程演化成因的人來說，不失為是一份富有見解的清單。