



嵌入式Linux：自製或外購？

2021年6月

兩難的選擇：選擇有商業支援還是自研？

物聯網是一場規模上史無前例的技術變革：到2025年，預計將有超過300億的物聯網連線¹。以5G（第五代行動通訊）、LORA（低功耗廣域網路）、BT（藍牙）、NB-IoT（窄頻物聯網）和ZigBee（紫蜂）等新協議為代表的聯網技術和通訊技術快速發展，從而推動了這場變革。摩爾定律也是物聯網發展的關鍵因素；規格適合嵌入的電腦硬體越來越強大。物聯網高速創新得以成真。

新一代應用處理器片上系統（SoCs）正在取代受限的微控制器。配備記憶體和聯網功能的晶片可以嵌入設備與系統，部署不受位置限制。如果這類晶片連入互聯網，可快速應用於消費者裝置、工業自動化、汽車、機器人、物流、數位告示板等諸多領域。

Linux可以說是利用新一代電腦硬體的最佳作業系統。Linux採用寬鬆免版稅授權模式，進而成為嵌入系統開發的主流作業系統²。社群給予大力支持，不斷貢獻出適合各種CPU架構的新版優質軟體和生成工具，使得平台更加豐富。

開發人員能在Linux核心中找到驅動片上系統及控制顯示器、感應器、執行器等週邊設備所需的一切驅動程式。Linux發行版本還提供現成程式庫，可以執行新的通訊協定。然而，這些免費提供的各種功能並非唾手可得，還是會面臨麻煩與難題。

一方面，由社群維護的buildroot和Yocto等編譯系統已對Linux嵌入進行抽象化和自動化處理，所有開發人員皆可建立發行版本。另一方面，在生產和大規模應用中運行嵌入式Linux的企業，他們往往有社群貢獻無法滿足的要求。為填補這一空缺，嵌入式Linux供應商需要提供專業知識和企業支援。

因此，現今設備製造商處於兩難境地：對於嵌入專案的內部平台而言，到底該運行自己的Linux發行版本，還是採用具備商業支援的嵌入式Linux發行版本？

本指南將協助您作出抉擇。

設備上市的主要難題

全球設備製造商競相打造能夠兌現物聯網承諾的物聯網設備：資料導向的價值鏈優化、流程即時可見性、全新數位客戶體驗。如果設備製造商選擇Linux作為設備基礎平台，他們通常面臨著三個主要難題：

1. 編譯主機板啟動的基本代碼
2. 軟體開發效率
3. 長期維護

現在讓我們來詳細探討每個難題，先從主機板啟動開始。

引導器 (bootloader)	初始化主機板和載入Linux核心的程式。
Linux 核心	核心管理CPU、記憶體、I/O週邊設備等系統資源。核心還可協助其他程式透過系統調用存取資源。
根檔案系統	含有核心完成初始化後運行的程式庫和程式。

嵌入式Linux基本代碼的要素：核心、啟動資產和根檔案系統

構建適配主機板的基本代碼

引導目標板啟動是所有嵌入專案的第一步。主機板啟動要求包括，編譯啟動目標板所需的基本代碼，使所有週邊設備可被使用者空間應用程式定址。初始工作針對配置啟動韌體、用必需驅動程式編譯合適核心、為根檔案系統安裝必需的程式庫和設定檔。具備可引導的主機板、啟用所有感應器和週邊設備是此一階段成功的標準。

開發板製造商在開發板支援套裝軟體（BSP）中提供了此基本代碼。然而，根據具體的目標使用案例，主機板可能需要啟用感應器和週邊設備。例如，物流應用程式需要RFID（射頻識別），安全應用程式需要攝錄鏡頭。在基本代碼中，為感應器和週邊設備提供所有正確的核心驅動程式、模組或二進位檔案，對成功至關重要。然而，開發板支援套裝軟體並不一定包含以上內容。這就需要進行大量工程工作，將以上內容整合入基本代碼。

開發人員還需要調整開發板支援套裝軟體，確保它能可靠地用於生產。因為製造商通常會優化開發板支援套裝軟體，以便快速進行原型製作。這相當耗費時間，而主機板製造商未必是Linux專家，品質可能參差不齊。再加上，主機板製造商並非總能理解對主流Linux原始程式碼的關鍵修改。而這些修改會提升維護難度，影響穩定性、正常執行時間及設備安全性。

高效率的軟體發展

在啟動階段結束後，主機板會在Linux上啟動。一切就緒後，開發人員即可開始生成終端使用者應用程式。所有感應器和週邊設備均可被作業系統定址，所有可用基本依賴項能在目標板上執行應用程式（例如，適用於配有圖形處理器（GPU）和特殊應用積體電路（ASIC）的硬體加速程式庫）。主機板引導完成後，開發人員開始生成實際終端使用者應用程式。然而，開發環境和生產環境的差異，以及代碼的可攜性，可能會嚴重影響性能。

在永恆之藍

（WannaCry）惡意軟體變體感染電腦系統和製造工具之後的整個週末，台灣積體電路製造股份有限公司（台積電）被迫暫時關閉旗下多家工廠。

震網（Stuxnet）病毒

攻擊的是資料獲取與監視控制系統（SCADA），以及可編程式邏輯控制器（PLC）。據信，該病毒是導致伊朗核計畫重大損壞的罪魁禍首。

Triton是一種惡意軟體

，能夠停用安全儀錶系統，給工廠帶來挑戰。它被稱為「世界上最具有殺傷力的惡意軟體」。

工業物聯網安全漏洞

嵌入式軟體發展時的開發環境與生產環境是不同的。開發工具鏈往往託管在個人電腦上，個人電腦可替更受限的目標板編譯應用程式，應用程式實際在目標板上執行。在運算能力更強的主機上對應用程式進行交叉編譯，能夠加速反覆運算。然而，開發環境與生產環境的差異會增加調試和測試的摩擦。

除此之外，代碼的可攜性和再使用性亦會影響效率。嵌入式軟體往往與運行的硬體緊密相連。而且，每款主機板的處理器架構、記憶體佔用情況、感應器和週邊設備都不同。所以，開發人員在新設備上進行編譯時，往往需要從零開始。這增加了開發成本，亦推遲了上市時間。

長期安全維護

在開發出所有功能並經過測試之後，即進入生產階段。物聯網設備會部署在業務關鍵型和隱私敏感型環境中。因此，安全性漏洞不僅可能對終端使用者造成極其不利的影響，還可能導致設備製造商聲譽嚴重受損。更重要的是，設備使用期限通常長達幾十年。因此，設備製造商不得不長期為客戶提供安全維護。

而問題在於安全威脅會快速演變。因此，設備製造商為確保設備安全，必須在威脅影響設備之前，減少安全性漏洞。這意味著內部專門團隊需要追蹤所安裝每個軟體元件快速演化的漏洞。團隊必須結整合開發、安全和營運技能（DevSecOps）；而無論是內部編譯還是外包完成，都代價不菲。

除DevSecOps技能之外，還需要實體基礎設施來維護分散在各處的設備安全性。設備製造商必須在雲端和內容發佈網路（CDN）基礎設施上投資，才能以無線方式提供快速的安全更新。此外，遠端安全維護還需要作業系統級的複雜工程來支援無線軟體的更新能力。這是因為，由社群維護的Linux發行版本一般都缺少這種操作功能。

總言之，長期安全維護需要投入大量的人力資源、基礎設施和工程工作。

嵌入式Linux的兩種選擇：自製或外購

如果採用Linux，設備製造商就面臨著上述難題，大體上有兩種選項可供選擇。他們可以善用Linux的免費開源特性，使用Yocto推出自己的發行版本，亦可根據需求自訂現有的Linux發行版本。他們還可向開源供應商採購嵌入式Linux。這一切都歸結為一項問題：是自製還是外購。

現在讓我們來詳細剖析每種選擇，瞭解其對設備製造商的影響。

推出自己的嵌入式Linux

推出自訂嵌入式Linux發行版本有兩種方法：從零開始構建一個全新發行版本，或者自訂一個現有發行版本。

自訂一個現有Linux發行版本

這是一種從上至下的方法，該方法首先從現有Linux發行版本開始，然後將它從不需要的套裝程式中剝離。嵌入目標硬體和使用者空間配置所需的其他套裝程式可按需求補充。這種方法的優勢是可以重用現有發行版本的基本代碼。然而，這樣構建的自訂作業系統可能會偏離意欲構建的發行版本，出現不相容問題。選擇這種方法的設備製造商，他們可能會發現自己擁有的作業系統過於個人化，必須長期自行維護。如前所述，這樣無論人力資源還是基礎設施成本都相當高。



Yocto Project (YP) 專案是一項開源合作專案，有助於開發人員建立自訂式Linux的系統，且不受硬體架構影響。專案提供了一套彈性工具和一個空間；在該空間，世界各地嵌入開發人員可以分享技術、軟體棧、配置和最佳做法。它們可以用於建立嵌入式和物聯網設備的自訂Linux鏡像，亦可用於為需要自訂Linux作業系統之處建立自訂Linux鏡像。



Buildroot是一項高效率、簡單易用的工具，可透過交叉編譯生成嵌入式Linux系統。為此，Buildroot能夠為您的目標生成交叉編譯工具鏈、根檔案系統、Linux核心鏡像和啟動裝載。Buildroot可獨立用於這些方案的組合（例如，您可以使用現有交叉編譯工具鏈，可以只利用Buildroot編譯自己的根檔案系統）。

構建適合嵌入式Linux的系統

利用Yocto或Buildroot等編譯系統從零開始構建發行版本

設備製造商還可從零開始構建嵌入式Linux發行版本。Yocto和Buildroot等編譯系統已大幅簡化此過程。這些編譯系統善用可重用和可組合指令碼，快速構建完整的嵌入式Linux發行版本。指令碼由軟體供應商和主機板製造商組成的大型社群提供和維護。

該方法可提供全新Linux發行版本。因此，選擇這一方法的設備製造商必須承擔檔案編制開銷和維護成熟作業系統的開銷。而且，如果採用了參考設計，引導過程會變得非常簡單。而採用自訂或衍生主機板，這一定會帶來更多麻煩，延誤上市時間。

購買商用嵌入式Linux發行版本

設備製造商無需自行構建發行版本，而是向供應商購買商用Linux發行版本。由嵌入式Linux供應商提供Linux發行版本，同時提供數年期的支援。供應商承諾在商用作業系統週期內，為支援的主機板提供高品質基本代碼、及時安全更新和錯誤修復。

嵌入式Linux供應商擁有廣博的專業知識。他們受益於服務多名客戶的學習曲線效應。設備製造商可以選擇將嵌入式Linux開發和維護工作外包給供應商。這一方法雖然需要付費，卻能享受供應商的專業知識和工程服務。從供應商處購買，開發人員可以騰出時間與精神致力實現核心業務價值主張。

兩種選擇的比較

如上所示，兩種選擇各有優缺點。對於設備製造商而言，每種選擇的吸引力取決於具體業務環境。決定是運行自訂Linux發行版本還是向供應商購買的影響因素，可分為兩大類：成本和經營策略。我們來深入定性分析一下這兩個方面。

成本角度

自製或外購決策中的相對成本包括所有可避免的成本。這些成本反映了與開發和支援Linux發行版本相關的主要活動。下面分析了這些成本專案的相對價值。

Ubuntu Core



Wind River Linux



Suse



商業支援的嵌入式Linux發行版本，推薦Ubuntu Core、Wind River和Suse。

相關成本	說明	自研	外購
主機板啟動	在目標板上啟動Linux必需的基本代碼	- 作為開發板支援套裝軟體的構成部分提供	\$\$\$ 付費後，由供應商啟用主機板
使用者空間自訂	目標電器的配置和應用程式	\$\$ 滿足應用程式執行時需求的自訂可能需要大量作業	- 這通常屬於主機板適配的範疇
授權管理	驗證及遵守發行版本中包括的套裝軟體授權要求	\$\$ 基本代碼中每個單獨程式庫要求的授權證符合驗證	- 這通常屬於主機板適配的範疇
文件	用檔案記載使用者和開發人員的作業系統	\$\$ 必須為開發人員和終端使用者建立文件	- Linux供應商提供了作業系統文件
軟體品質管制	透過修補程式進行持續的錯誤追蹤和修復	\$\$\$ 這是建立在作業系統之上產品生命週期的持續過程	\$ 由供應商作為重複性服務提供
安全維護	追蹤、修復，並及時交付安全修補程式	\$\$\$ 固定活動，需要Linux安全專家介入	\$ 供應商通常負責長期安全維護
無線更新	持續交付軟體定義的新產品功能	\$\$\$ 設備代理和內容發佈網路需要從零開始構建	\$ Ubuntu Core等發行版本的物聯網應用程式商店包括了OTA功能
客戶技術支援	調試和解決作業系統相關的客戶支援票證	\$\$ 這是建立在作業系統之上產品生命週期的持續過程	\$ 供應商通常會幫助解決嚴重的錯誤
機會成本	相對於核心活動，為嵌入式Linux分配資源的成本	\$\$ 對於核心活動未與嵌入式系統直接相關的公司而言，機會成本可能相當高	- 從供應商處購買，就能空出資源配置給核心業務活動。

總體而言，自製方案通常預付成本更低，但存在隱蔽的後期成本。換而言之，推出自訂嵌入式Linux發行版本難度小，但時間越久，成本越高。現實確實如此，因為維護自訂作業系統的負擔相當繁重。中長期皆需要大量投入。免費開源軟體的誘惑可能掩蓋了後期必需的投入。

相比之下，選擇購買嵌入式Linux的預付成本更高，因為供應商需要支付的預付成本相當高昂。然而，預付成本涵蓋了符合性驗證、文件和各種使用者空間自訂等眾多消耗人力的活動。此外，供應商還會收取安全和錯誤修復等持續長期活動的週期性費用。

策略因素

除成本以外，策略因素亦會影響自製或外購決策。除了短期底線因素以外，高層業務工作計畫可能也會影響決策。現在讓我們從策略角度考慮一下決策。

軟體和支援品質對於目標使用案例是否重要？

工業物聯網領域的諸多應用程式，皆關乎關鍵任務成敗。例如，在與製造、智慧城市和公用事業相關的使用案例中，由於軟體缺陷導致的停機可能會引發極高昂的成本和相當嚴重的安全後果。因此，此類應用程式必須滿足嚴格的可靠性和可用性要求。

對於這類使用案例，設備製造商從經驗豐富的供應商採購嵌入式Linux，這才是理智之舉。很多供應商已經證明，他們有能力長期提供優質軟體和技術支援。他們經驗豐富，具備承擔可用性和可靠性責任的能力。對於在為任務關鍵型應用程式提供嵌入式Linux方面經驗不足的那些設備製造商而言，承擔此類責任可能會帶來商業風險。

上市時間是否重要？

全球技術市場競爭日益激烈。在新興技術市場，提前或是快速行動往往會帶來競爭優勢。設備製造商希望在其他競爭者加入競賽前，率先以創新智慧產品搶佔市場。為了贏得招標，嵌入式產品的供應商可能必須保持快節奏的交付進度。

這種情況下，將嵌入式Linux開發外包給供應商可能更具吸引力。經驗豐富的供應商交付流程已經過嘗試、測試，並且可以預測。他們會依照合約，推動大規模的客戶專案進度計畫。相較之下，選擇從零開始構建嵌入式Linux發行版本的設備製造商，他們卻面臨一個陡峭的學習曲線。所以，在實際完成日期方面存在不確定性。

嵌入式Linux對於核心業務有多重要？

設備製造商可能選擇在內部進行作業系統開發，而非外購作業系統。從這個意義而言，選擇構建自己的Linux發行版本類似於縱向一體化策略。對於技術公司而言，構建一個自訂的Linux發行版本，此舉可能是搭建寬廣技術平台的基礎。然而，對於核心並非技術核心型卻希望拓展產品組合的企業而言，選擇外包可能更加明智。從供應商處購買嵌入式Linux（而不是為此聘請並維持一支專職團隊）的企業，其業務會更加彈性。

外購的時機？

從上面的評估可以看出，不同選擇的成本情況和策略前景各不相同。根據設備製造商的規模、成熟度、資產負債表、核心業務、客戶或產品，每種選擇都有可能是合理的。接下來，讓我們瞭解一下設備製造商應何時選擇具體方案。

擁有嵌入式軟體工作計畫的成熟科技公司：運行自己的軟體

根據以上評估，選擇推出並維護自訂的嵌入式Linux發行版本成本最高。但如果內部進行嵌入式Linux開發的預期未來現金流超過了啟動調試、開發和長期維護自訂Linux發行版本必需投入的資金，則從策略因素角度出發，這樣投入可能是合理的。規劃的嵌入式產品線越豐富，這樣的投入就更顯合理。

現金儲備充足的大公司可能就是這種情況。如果嵌入式系統開發是核心業務，則構建自訂嵌入式Linux發行版本就更有價值。否則，因為機會成本的關係，構建自訂發行版本的投資內部回報率可能不是最高的。如果公司已有的能夠接手這類專案的嵌入式開發團隊，這種選擇就更有意義了。

產品線擴張或者新投資：獲得商業支援的嵌入式Linux發行版本

隨著物聯網在市場上愈顯重要，老牌企業採用智慧聯網產品擴大產品組合。初創企業借助創新智慧產品服務打入市場。對初創企業或老牌企業而言，上市速度至關重要。因為，他們面臨著多個對手同時在爭搶市場佔有率。從未進行過嵌入式產品大規模商業化和嵌入式產品支援的公司，需要逐漸積累經驗。考慮到Linux複雜性，積累專家專業知識的週期較長，需要大量投入。

對新公司而言，從經驗豐富的供應商購買嵌入式Linux的做法更加明智。採購Linux而不是構建內部能力，能壓低業務線的固定成本。如此一來，單位經濟效益更高，但同時初創企業或老牌企業風險也更低。而且，將嵌入式Linux開發外包後，公司可以增加核心活動的投資，最大幅度降低機會成本。

多家Linux供應商提供商業支援的嵌入式Linux發行版本。例如，Ubuntu Core是一個嵌入式Linux發行版本，它針對大規模任務關鍵型物聯網部署進行優化。將新的嵌入式產品線推向市場的企業和初創設備製造商，他們皆採用Ubuntu Core。下文我們將舉例說明，Ubuntu Core如何有助於設備製造商因應主機板啟動、開發人員效率和安全維護等難題。

借助Ubuntu Core將設備推向市場

Ubuntu是最受開發人員歡迎的免費開源Linux發行版本。受歡迎程度反映在Ubuntu相關軟體生態系統中，透過Ubuntu直接可用的套裝軟體超過60,000個。因此，Ubuntu是桌面、雲端、邊緣和嵌入式系統進行數位創新的首選平台。

Canonical身為發佈和支援Ubuntu的供應商，發行頻率可以預測。Canonical還可為Ubuntu提供長期的安全維護保證。以此為基礎，開發人員可以利用Ubuntu進行創新。

Ubuntu Core介紹

Ubuntu Core是針對物聯網原生嵌入式系統優化的鎖定版Ubuntu。Ubuntu可為通用運算提供最新最好的開源軟體，而Ubuntu Core僅含有您為單一用途設備選擇的套裝軟體和二進位檔案。

Ubuntu Core構建於snap之上，snap是針對Linux的通用應用套裝程式。利用snap，嵌入式系統具備安全性、不變性、模組性和可組合性等優點。軟體可透過delta進行無線更新，delta在出現問題時會自動復原。Canonical為Ubuntu Core提供長期支援，提供核心修補程式和錯誤修復，支援時間長達10年。

主機板適配是一種服務

Ubuntu Core兼具自訂嵌入式Linux發行版本的可組合性，以及商用Linux發行版本的可靠性。Canonical可在snap中提供自訂的模組化基本代碼，設備製造商可按要求裝配。此外，供應商還為大規模任務關鍵型部署提供工具、基礎設施和技術支援。讓我們透過Ubuntu Core，探索一下嵌入式Linux服務的關鍵元素。

維護了10年的自訂Ubuntu LTS核心

智慧設備的可用期限可能為數年。因此，如果採用Linux構建，在設備的整個可用期限期間，底層核心必須由發佈者進行維護。這一點可能難以做到。因為對於非商用Linux發行版本，社群不會提供如此長時間的維護。相反，長期支援是Linux供應商的核心價值主張。所以，商用Linux發行版本更適合使用期限較長的設備。

Canonical針對目標硬體平台啟用了自訂Ubuntu核心，採用Ubuntu Core構建智慧設備的設備製造商可以從中受益。設備製造商可利用最新Linux核心，確保整合了所需的全部驅動程式。而且，Canonical承諾對自訂的設備製造商Ubuntu LTS*核心提供長達10年的維護期。即Canonical會持續交付安全修補程式和錯誤修復，同時確保不存在倒退。

安全啟動和根檔案系統自訂

除核心外，Canonical還可編譯和配置啟動裝載，作為主機板啟動的一部分。任務關鍵型應用程式需要具備安全的啟動能力，以確保設備上執行軟體的完整性。在最新版本中，Ubuntu Core支援安全啟動能力。Canonical為設備製造商提供專業知識，啟用硬體信任根和安全元素，從而在Ubuntu Core上實現安全啟動。

除了啟動裝載之外，根檔案系統亦需要由專家來構建和配置。很多應用程式使用者空間皆需要額外的核心模組和程式庫。Canonical可為運行Ubuntu Core設備構建成生產級根檔案系統提供專業幫助。此外，還能夠為注重隱私或重要的應用程式啟用全磁片加密能力。

嵌入式Linux的DevSecOps效率

整個生命週期的工具鏈

在核心、啟動裝載和根檔案系統就緒的情況下，開發人員只需為成千上萬台設備生成應用程式和生產品質系統鏡像。Ubuntu Core配有可用於大規模構建和部署嵌入式軟體的端對端工具鏈。該工具鏈由Snapcraft、Ubuntu-image和Checkbox組成。

Canonical 為Ubuntu LTS 版本提供長期支援（LTS）核心。對於沒有專業前沿工作負載或最新硬體需求的客戶和業務合作夥伴，最新LTS“generic”核心才是最佳選擇。例如，Ubuntu 20.04 LTS的預設核心，它將維護至2030年4月。

Ubuntu LTS 核心

憑藉上述工具，開發人員可以構建自動化嵌入式系統開發工作流程：從應用程式開始，再將應用程式整合至鏡像中，然後測試硬體。Snapcraft是一款封裝式應用程式工具，用於嵌入和發佈至應用程式商店。利用Ubuntu-image，開發人員可以裝配Ubuntu Core的自訂系統鏡像。Checkbox允許開發人員對硬體進行自動化測試。

工具	說明
Snapcraft	自動化應用程式構建 將嵌入的應用程式封裝至安全容器 建立應用程式之間的介面 建立硬體週邊設備介面 將應用部署至snap商店 將應用程式部署至私有物聯網應用程式商店
Ubuntu-image	合成來自snap的系統鏡像 生成系統鏡像
Checkbox	自動化設備測試

該綜合工具消除了開發與部署之間差距（開發營運合作）。最重要的是，利用它，嵌入式系統開發人員可以經常進行大規模改動，同時將可預測的衝突減至最少。這透過鬆散耦合的軟體（多虧snap）和自動化支援實現。

適合物聯網設備的開發人員生態系統

成本和人才是傳統考慮因素，設備製造商現在越發希望針對產品構建開發人員生態系統。憑藉網路系統，強大的生態系統可為終端使用者和開發人員創造更多價值。與設備一起使用的豐富軟體，讓終端使用者受益良多。另一方面，開發人員可以憑藉自己的應用程式，接觸新使用者，提高收入。這種情況下，設備製造商為協力廠商開發人員、系統整合者或加值型轉售商發佈應用程式提供了平台。每台採用Ubuntu Core構建的設備皆有一家物聯網應用程式商店提供服務，刺激了平台生態系統的發展。

「借助Ubuntu Core和snap構建博世的ctrlX AUTOMATION應用程式商店，成功搭建了軟體定義工業製造平台，打造一個開放生態系統，不但縮短了生產時間，更提高設備整個生命週期的安全性。使用該平台的工業機器製造商可以打破IT與OT之間傳統壁壘，擺脫專有系統的束縛。從而，他們的開發人員能使用自選程式設計語言建立可擴展的自訂解決方案，拓展嵌入式設備和控制器的功能，同時還可在該領域進行長期的安全更新。」

—Hans-Michael Krause，物聯網和可編程式邏輯控制器管理總監

如欲瞭解更多資訊，請造訪 <https://ubuntu.com/internet-of-things/appstore>

長期安全維護

應用程式商店和批量設備操作

本領域的批量設備群操作是物聯網解決方案商用時需要解決的重大難題。由於設備的關鍵作用和部署的地理分佈，維護大批設備的成本可能很高：修復問題需要時間，停機成本高。

遠端營運能夠降低成本。由於該領域具有遠端更新軟體、修復錯誤和現場修復設備的能力，設備製造商能更及時地解決終端客戶的問題，從而減少停機時間，並消除高昂的人工修復干預的需要。

Canonical為設備製造商提供基礎設施，可以維護該領域運行Ubuntu Core的設備群。基礎設施由生成和存儲應用程式的應用程式商店組成。它還包括全球內容發佈網路，用於向全球的設備群反射軟體。設備製造商可利用此基礎設施維護自己設備上的軟體，亦可在其設備群上執行設備管理任務。

瞭解更多資訊

如欲詳細瞭解Ubuntu Core 20，請造訪我們網站。

您還可以考慮使用如下資料：

- Ubuntu core 產品手冊
- Ubuntu Core 20介紹——研討會
- Over-the-air 更新白皮書

如欲聯繫Canonical瞭解Ubuntu Core，請點按此處。

1. 2019嵌入式市場研究——Aspencore
2. 2020物聯網開發人員調查重要發現——Eclipse基金會