



第 22 屆育秀盃創意獎《AI 智慧應用大未來》 數位應用類 初賽企劃書

參賽編號(ID)	SA229138
隊伍名稱	智蛛探索者
作品名稱(中英文)	應用 Muto RS 六足機器人於危險場域之傷患搜救 <i>Applying Muto RS Hexapod Robot in Dangerous Area Patient Search and Rescue</i>
一、作品說明(中英文合計 500 字)	
<p>我們基於 Muto RS 六足機器人，並結合多種感測技術與深度視覺技術，旨在應對高危險區域中的搜救挑戰。傳統搜救方式常面臨人員安全風險與效率低下的問題，例如在火災現場、高溫濃煙阻礙視線，或地震後倒塌建築中狹窄不穩的空間環境，救援人員進入難度高且危險系數大。我們針對這些場域提供了一種安全且高效的解決方案，將機器人整合紅外線感測器、SLAM 激光雷達、深度相機(RGB-D)和熱像儀，能夠精確感知周圍環境，檢測生命跡象並生成實時數據回傳指揮中心。六足結構設計使機器人具備卓越的靈活性與穩定性，能輕鬆穿越瓦礫堆、狹窄通道和不平坦地面，執行自主搜尋與定位傷患的任務。此外藉由 Wi-Fi(Lora)技術，實現影像與數據的遠程傳輸，讓指揮者能即時掌握現場情況，並快速作出決策。相比人力進入危險場域，Muto RS 六足機器人能有效降低搜救過程中的風險，同時提高效率與成功率，成為災害救援的強力輔助手段，展現科技與人道結合的價值。</p>	
二、創新構想	
<p>在地震、火災等大型災害現場中，傳統人力救援方式面臨多重困境，不僅效率低下，還伴隨極高的風險，對消防員和救援人員的生命安全構成嚴重威脅。災後瓦礫堆或危險建築中的不穩定結構可能隨時坍塌，使救援行動變得更加危險且不可預測。根據相關統計，全球範圍內因救災過程中受傷或犧牲的消防員人數逐年上升，凸顯出現有搜救方式在應對極端災害時的局限性。此外，消防和搜救人員的總人數也呈現逐年下降趨勢，這對於災後迅速展開救援行動造成極大挑戰。</p> <p>隨著城市化進程的快速推進和建築結構的複雜化，災害規模和復雜程度逐步提升。城市高密度的建築群以及地下設施的普及，使得搜救工作更加困難，例如在地震後的瓦礫堆下搜索生命跡象，或在高溫濃煙中尋找受困者。然而，救援裝備設施的不足和技術手段的落後，使得許多人對從事救援行業望而卻步，進一步加劇了救援人員短缺的問題。面對日益嚴峻的救援需求和人力資源不足之間的矛盾，提升技術手段顯得尤為重要。此外，對現場資訊的不足與不對稱也是救援效率低下的主因之一。傳統搜救行動中，指揮者往往缺乏對災害現場的準確掌握，導致指揮決策效率低下。而救援人員在初期偵查過程中，往往需要冒著生命危險深入災區，面對險惡環境進行現場評估。這樣的方式不僅耗時，還可能導致更多人員傷亡，進一步延誤救援時機。結合現代化智能技術的搜救解決方案已成為迫切需</p>	

求，能在減少人員風險的同時提高效率，為災害救援提供全新的突破口。



Fig 1：六足機器人在倒塌建築中的應用示意圖

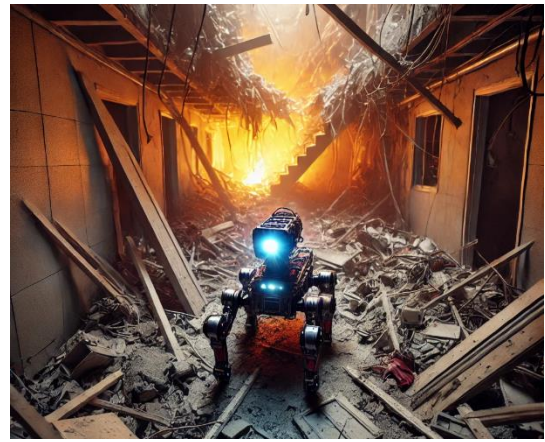


Fig 2：六足機器人於火災現場執行搜救任務示意圖

為了進一步提升安全性與效率，Muto RS 六足機器人設計支持自主導航與遠端操控模式的靈活切換，充分應對不同災害情境下的搜救需求。在自主模式下，機器人可依賴內建的感測器與演算法，快速完成災區的全域搜尋與目標定位，實現高效自動化的救援行動。而在極端危險或複雜的救援場景下，救援人員則可以透過遠端操控，對特定區域進行精準操作，避開不穩定結構或高溫有毒環境，確保救援人員的生命安全。機器人配備的通訊模組進一步加強了數據的傳輸能力，使現場資訊能即時回傳指揮中心，包括熱成像、環境地圖和生命跡象等關鍵數據。這些資料幫助指揮官快速掌握現場情況，制定更精準的救援策略，從而縮短決策時間，提升搜救效率。此外，這種即時數據共享的能力顯著減少了人力需求，降低了救援風險，實現了效率與安全的雙重保障。

Muto RS 六足機器人還採用了模組化設計，具備高度的靈活性與擴展性。不僅可以應用於火災、地震等多種災害現場，還能根據任務需求進行感測器升級，如加入毒氣偵測模組、噪音來源定位模組等，滿足不同災害搜救場景的需求。其六足結構設計使其能輕鬆應對瓦礫堆、狹窄通道和不平坦地面，實現卓越的靈活性與穩定性，確保在高風險環境中的可靠表現。通過技術創新與模組化應用，Muto RS 六足機器人為搜救領域提供了一種高效、安全且靈活的解決方案。我們相信，這一技術將為未來的災害救援帶來全新的可能性，不僅挽救更多生命，還能为救援人員提供強有力的保障，展現科技在人道領域的價值與貢獻。



Fig 3 : Muto RS 六足機器人

三、功能介紹、系統架構、操作介面、規格說明

❖ 硬體規格

項目	規格說明
硬體設備	鋁合金材質
控制核心	Jetson Nano 板
感測器	深度相機(RGB-D)、熱像儀、激光雷達、紅外線感測器
行動單元	六足結構，18 自由度伺服馬達
續航能力	2 小時以上（搭載鋰電池）
通訊模組	Wi-Fi(Lora)模組
操作系統	ROS2（支援多感測器整合）

❖ 本專案系統架構如下所示：

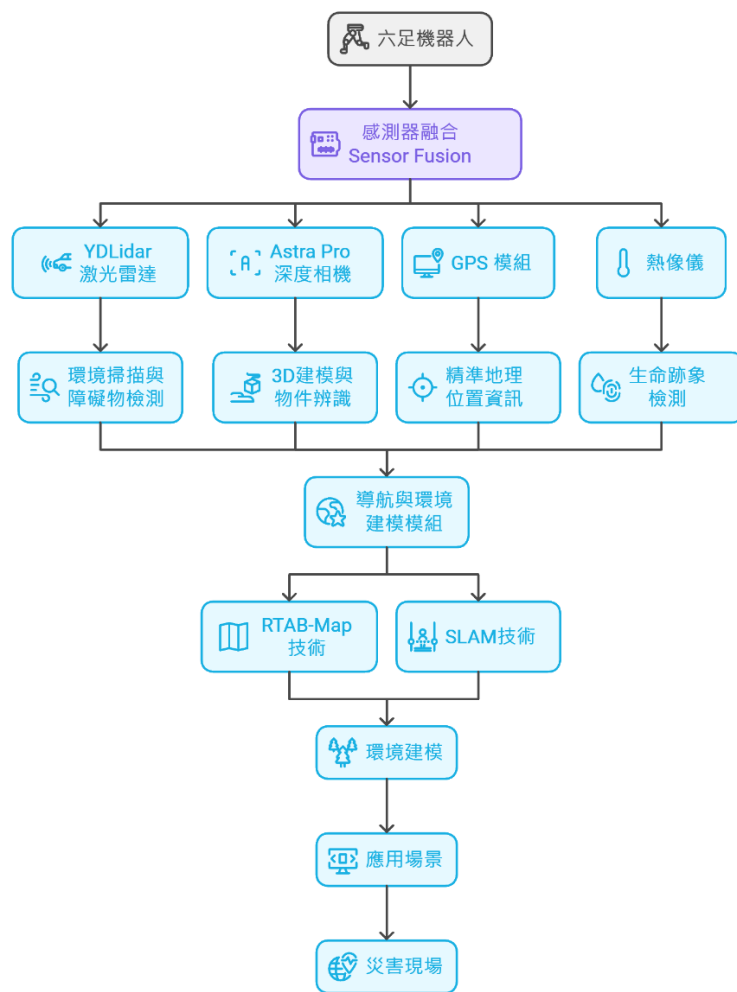


Fig 4：系統架構圖

❖ 遠端操控模組

支援多種控制方式，包括手機、遙控手柄與電腦，可根據任務需求靈活選擇。提供遠程操作功能，讓救援人員在安全位置指揮機器人執行任務。並提供遠程操作功能，讓救援人員在安全位置指揮機器人執行任務。



Fig 5：遙控手柄

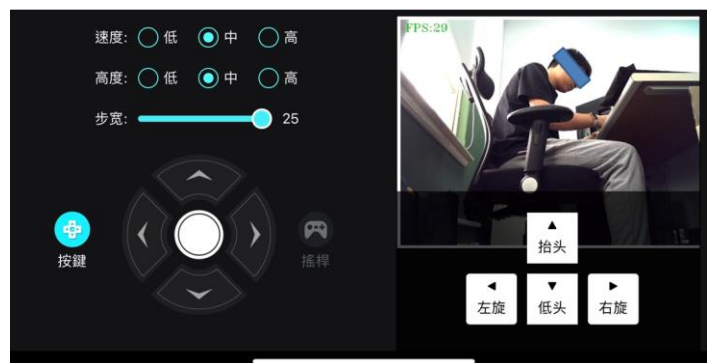


Fig 6：手機操作畫面

❖ 感測與辨識模組

YDLidar 激光雷達：負責執行環境掃描與障礙物檢測，能以高精度測量周圍物體的距離與位置資訊，生成精確的環境地圖。這一功能不僅為機器人提供了導航路徑規劃的基礎，還能即時偵測前方障礙物，防止碰撞或誤入危險區域，確保導航的安全性和可靠性。特別是在地震或火災現場等複雜環境中，YDLidar 能快速識別瓦礫堆、狹窄通道及其他障礙物，為六足機器人的靈活行動提供關鍵支援。

Astra Pro 深度相機：能同時捕捉高品質的 RGB 影像與深度圖像，實現 3D 建模與精準的物件辨識功能。通過結合 RGB 圖像與深度資訊，機器人可以生成高解析度的 3D 環境地圖，用於辨別建築結構、定位障礙物或尋找生命跡象。此外，Astra Pro 的高效影像處理能力使其能快速分析動態場景，準確區分不同物件，甚至在低光或不規則環境中也能保持優異的辨識能力，為救援任務提供穩定的感測支援。

GPS 模組：為機器人提供精準的地理位置資訊，確保其在大型或複雜災害現場中不會迷失方向。透過即時定位，GPS 數據能快速傳回指揮中心，幫助指揮官掌握機器人的位置及行動軌跡。此外，GPS 模組與其他感測器數據相結合，能進一步優化導航路徑規劃，避免進入危險區域，確保救援過程的高效性與安全性。特別是在廣闊或多層結構的救援場景中，GPS 模組是機器人精確行動的關鍵技術支柱。

熱像儀：能精準檢測生命跡象，例如人體的溫度分布，特別適用於煙霧瀰漫或低能見度的救援環境。借助熱成像技術，機器人能快速辨識被埋於瓦礫堆中的受困者，甚至能穿透濃煙或霧氣檢測溫度異常區域。此外，熱像儀還配備影像除霧功能，進一步提升影像的清晰度與辨識準確性，確保即便在惡劣條件下，機器人仍能精準執行搜救任務。



Fig 7：激光雷達(左)；深度相機(右)

❖ 導航與環境建模模組

系統採用 RTAB-Map 技術進行 3D 建模，結合 SLAM（同步定位與地圖建構）技術，能

夠在無需外部定位系統的情況下生成高精度的環境地圖。該技術不僅可以動態更新機器人所在環境的地圖資訊，還能對障礙物進行即時辨識與躲避，支持自主導航與多層結構探索的任務需求。SLAM 技術的應用使得機器人能夠在複雜的災害場景中（如火災現場或地震後的倒塌建築）實現穩定運行，精準定位自身位置並有效規劃路徑，避免碰撞或陷入死角。

RTAB-Map 技術特別針對危險場域進行模擬測試，包括高溫濃煙、瓦礫堆以及狹窄空間等條件，確保其能夠應對各種極端環境挑戰。通過 3D 建模，系統能夠生成全域的三維地圖，讓指揮中心全面掌握現場情況，實現數據的即時共享與協同決策。這一技術還支援高層建築或地下結構的探索，使得機器人能靈活應對不同結構的搜索任務，為執行複雜任務提供了高度的可靠性與準確性。憑藉 RTAB-Map 與 SLAM 的技術優勢，系統在保障搜救效率的同時，也為救援人員提供了重要的安全保障。

❖ 多模態感測整合

系統具備全面的環境感知能力，結合多種感測器技術，實現高精準度的數據收集與即時分析，充分應對不同災害環境的挑戰。系統整合了激光雷達、深度相機、熱像儀及 GPS 模組等多模態感測器，能夠在惡劣環境條件下完成生命跡象檢測、障礙物辨識與環境建模，為救援行動提供關鍵支援。例如，激光雷達負責環境掃描與障礙物偵測，確保機器人自主導航的安全性；深度相機結合 RGB 與深度資訊生成高解析度的 3D 地圖，用於準確辨識與定位。此外，熱像儀能夠穿透濃煙或低能見度環境，檢測人體溫度等生命跡象，而 GPS 模組則提供精確的定位數據，實現實時位置共享，幫助指揮中心快速掌握現場動態，制定更高效的救援策略。多模態感測器的整合還提升了系統在各類場景中的適應性，無論是瓦礫堆、狹窄通道，還是高溫、高濕等極端條件下，均能穩定運行。這種多感測器的協同工作模式不僅提高了任務執行效率，還確保了系統在複雜環境中的穩定性與可靠性，充分滿足多樣化的救援需求，成為災害救援中不可或缺的技术支撐。

❖ 即時數據回傳

系統利用先進的 Wi-Fi 技術實現現場影像與定位數據的遠距離傳輸，確保災害現場資訊能即時送達指揮中心。這些數據包括機器人的實時位置、周圍環境的 3D 建模圖像、生命跡象檢測結果及障礙物分布等，為指揮中心提供了全面而準確的現場狀況。透過結合數據分析與可視化功能，指揮中心能快速解讀這些資訊，進行災情評估，並據此制定精準的救援策略。

系統支持數據的多樣化展現形式，例如熱成像疊加環境地圖的模式，幫助指揮官快速辨別重點救援區域，或者基於定位數據生成的路徑建議，用於指導機器人高效完成搜尋任務。即時數據回傳不僅縮短了災害評估的時間，還減少了救援人員需要深入危險區域的次數，有效降低了人員風險。此外，Wi-Fi 技術的高穩定性和高速傳輸特性，確保了數據在各種極端環境下的穩定回傳，即使在瓦礫堆、濃煙或其他高干擾環境中也能保持高效運行。這種即時傳輸與協同分析能力，不僅提高了搜救效率，也為決策提供了關鍵支持，進一步強化了系統在災害救援中的應用價值。

❖ 熱像儀應用

探測生命跡象是搜救機器人的重要功能之一。一般鏡頭只能捕捉環境中的物體，卻無法判

定受困傷患是否具有生命跡象。然而，透過熱成像技術的補足，能有效辨識傷患的體溫，快速判定其生命狀況。一旦確認傷患仍有生命跡象，系統即可通知搜救隊立即展開救援行動，爭取寶貴的救援時間。此外，針對煙霾或塵土厚重的災害現場，一般鏡頭難以捕捉清晰影像的問題，多模態感測技術則提供了解決方案。這項技術透過融合多種類型的感測器資料，不僅提升了影像資訊的完整性，還能大幅改善災害場景中模糊影像的處理效果。

在電腦視覺領域中，單一模型的應用雖然已經較為成熟，但多模態資料融合仍屬於新興研究領域。本團隊專注於這一方向，致力於整合多種感測器與鏡頭的影像資訊，以輔助更精準的判斷與決策。例如，深度鏡頭能提供物體的距離資訊，紅外線雷達捕捉物體的邊角與形狀特徵，RGB 鏡頭則負責記錄色彩資訊，而熱成像裝置則補足了環境中溫度相關的資訊，特別是受困傷患的生命跡象檢測。這些感測器的協同合作，大幅提升了災害現場的環境感知能力。透過先進的資料對齊 (calibration) 與資料前處理 (data pre-processing)，系統能確保數據的準確性與一致性。這一過程有效修復了因煙霾造成的影像模糊問題，並將不同感測器提供的影像資訊進行整合，最終實現對受困傷患的精準定位與辨識。這種技術創新為災害現場的搜救行動提供了可靠的技術支撐，不僅提升了救援效率，還增強了救援行動的精準性與安全性。

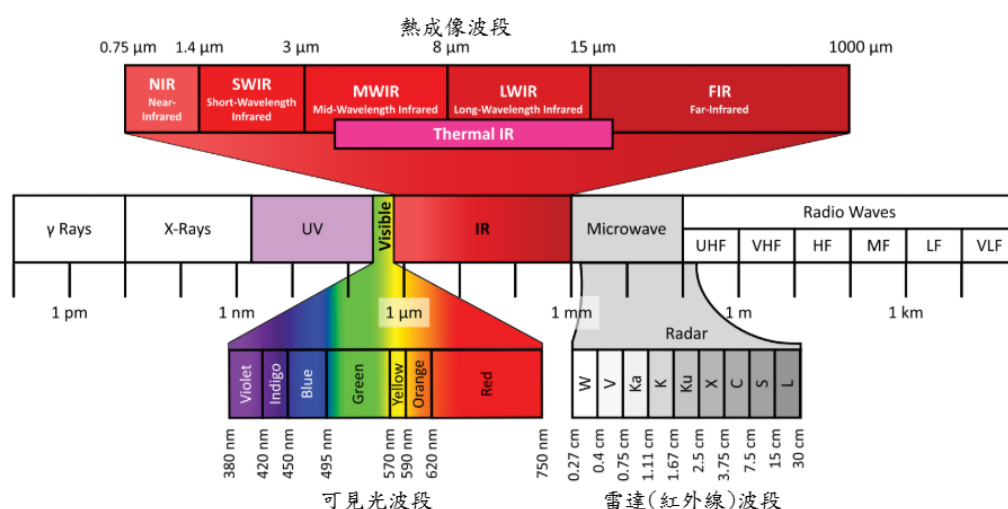


Fig 8：熱像儀應用與波長範圍示意圖

四、其它(商業或服務模式…有助了解作品之說明)

❖ 實際操作

在災害現場（如地震後的危樓、火災現場等），搜救過程經常面臨多重挑戰，例如空間狹窄、結構不穩或高溫有毒的環境，這些條件對救援人員構成極大的威脅。傳統人力救援方式在這些極端環境中往往效率低下，甚至可能進一步危及救援人員的安全。而六足機器人憑藉其靈活的設計和強大的適應能力，為解決這些問題提供了全新的技術支援。六足設計賦予機器人卓越的穩定性與靈活性，使其能輕鬆穿越瓦礫堆、狹窄通道及不平坦的地面。在結構不穩的災後建築中，機器人能有效避免因震動或碰撞引發的進一步倒塌，安全地進行探索與搜救工作，達成人力無法到達的區域探索目標。此外，針對火災現場或有毒氣體

環境，機器人可以接近火源或高風險地點，使用內建的熱像儀、紅外線感測器和深度相機進行生命跡象檢測，快速定位受困者的位置，並精確記錄環境狀態。

機器人不僅能夠自主執行探索任務，還具備即時回傳數據的能力，通過 Wi-Fi 技術將包括生命跡象、環境溫度、結構穩定性等關鍵資訊傳送至指揮中心。指揮中心的救援人員可以基於這些數據進行分析，快速制定高效的救援方案，確保資源的最優配置。同時，這些數據的即時回傳也降低了救援人員進入危險區域的需求，顯著減少救援風險。此外，機器人的模組化設計使其能夠根據實際需求靈活升級感測器和功能，應對多種災害場景，如地震後的多層結構探索或火災現場的有毒氣體偵測。機器人的應用不僅提升了搜救效率與成功率，還為救援人員提供了安全保障，展現出科技在災害救援中的巨大價值，為未來救援技術的發展開創了新可能。



Fig 9：瓦礫堆環境中的搜索與定位示意圖



Fig 10：開放空間中的生命跡象搜索示意圖

機器人具備卓越的六足機動能力，能夠應對多種極端環境的挑戰，在狹窄裂縫、不穩定的地形或人員無法到達的區域中執行搜救任務。傳統救援行動中，狹窄或危險的空間通常對救援人員構成極大威脅，而機器人憑藉其靈活的設計，可以輕鬆穿越瓦礫堆、狹小通道及其他複雜地形，執行搜索生還者的任務。無論是在地震後的倒塌建築內部，還是其他極端災害環境中，機器人都能穩定移動並精確執行任務。

在火災現場，機器人可以靠近高溫熱源區域，利用其內建的熱像儀與紅外線感測器檢測生命跡象。濃煙與高溫環境對人類救援人員來說極具危險性，但機器人能夠憑藉其耐高溫材料與穩定性能，在危險區域中進行深入探索。這種能力不僅降低了救援人員進入危險區域的風險，還能提高整體搜救效率，為救援行動贏得寶貴的時間。機器人優越的六足結構設計使其在面對不平坦或不穩固地形時，仍能保持穩定性與靈活性。無論是攀爬碎石瓦礫，還是穿越狹窄縫隙，機器人都能自如行動。特別是在災後建築殘骸中，機器人能深入內部執行精準的搜索行動，找到受困者並回傳關鍵數據，為救援行動提供重要支持。這些數據包括生命跡象、環境溫度及結構穩定性，幫助指揮人員制定高效的救援策略。此外還具備即時回傳影像與數據的能力，利用多模態感測器生成精確的環境地圖，協助指揮中心全面

掌握現場情況。這種全方位的適應能力使得機器人成為災害搜救中不可或缺的重要工具，不僅顯著降低救援風險，還大幅提升搜救效率，展現科技在人道救援領域中的價值與潛力。



Fig 11：地面複雜地形中的環境探索示意圖

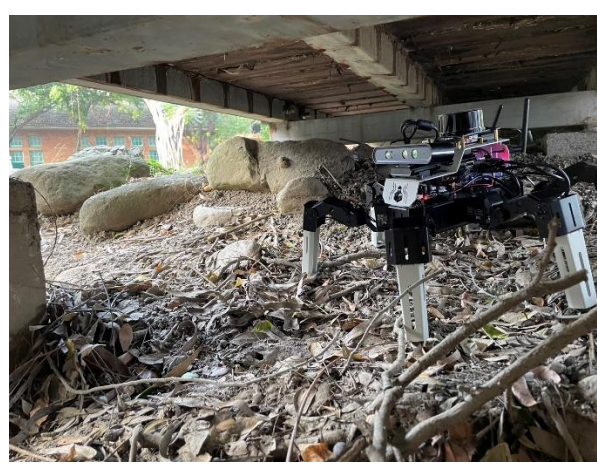


Fig 12：低矮空間中的搜索與穿越示意圖

六足機器人相較於傳統人力救援方式，展現出多項顯著的優勢，成為現代災害搜救中不可或缺的重要工具。首先，機器人能夠代替救援人員深入極度危險的區域，避免人員因惡劣環境而面臨生命風險。傳統救援行動中，救援人員經常需要冒著高溫、濃煙、有毒氣體或不穩定結構的危險進入災害現場，而機器人憑藉其堅固的結構與耐用材質，可以在這些環境中安全運行，有效減少人力投入，降低搜救過程中的人員傷亡風險。

其次，六足機器人配備了精密的感測器與先進的智能導航技術，包括激光雷達、深度相機、熱像儀等，能夠在短時間內完成更大範圍的搜索，顯著提升搜救效率。機器人能夠生成高解析度的 3D 環境地圖，辨識並定位生命跡象，同時避開障礙物，確保搜索行動的高效性與準確性。這種快速搜索與分析能力使得機器人可以在關鍵時刻為救援行動爭取寶貴時間，大幅提高生還者的救援成功率。

此外，六足機器人展現出卓越的跨場域適應能力，無論是在狹窄的危樓內、高溫的火災現場，還是化學洩漏的有毒環境中，都能靈活應對並穩定執行任務。其六足結構設計賦予機器人強大的地形適應性，能夠輕鬆穿越瓦礫堆、不平整地形或狹窄通道，深入傳統人力無法到達的區域進行搜索。此外，機器人在完成搜救後，能自動撤離危險區域，並將完整的搜索記錄和數據回傳供後續分析。這些數據包括生命跡象、環境條件、地圖資訊等，為指揮中心提供詳細的現場狀況，協助其制定後續救援方案。若需進行二次搜救，機器人還能憑藉其智能規劃能力快速調整路徑與目標，重新部署執行任務。其高效的搜索模式與靈活的部署能力，充分展示了六足機器人在災害救援領域的價值，不僅減少了人員風險，還顯著提升了救援效率與成功率，成為結合科技與人道救援的一項關鍵突破。



Fig 13：複雜環境中的高靈活性探索示意圖