

An Online Risk Confinement, Assessment, and Mitigation Framework for Wireless-Enabled Medical Cyber-Physical Systems (無線醫療信息-物理融合系統的在線風險限制、評估、消滅框架研究) (PI: Dr. Wang Qixin; 2012/13)

醫療信息-物理融合系統（CPS）旨在將智能醫療設備、醫療流程、醫務人員、和患者緊密地結合起來。由於這種系統將會對醫療品質、成本帶來革命性的影響，在人口老齡化問題（中國的該問題尤為嚴重）日益突出的今天，它正越來越多地受到標準化組織、政府、和業界的關注。醫療 CPS 有一個無可避免的趨勢：醫療設備間的連接將越來越多地使用無線通訊。一方面，無線通訊可以有效地減少有線連接，提升醫務人員移動的自由度、病患的舒適度、降低被導線絆倒而造成事故的可能性。另一方面，由於無線通信的信噪比比有線通信更易受環境影響，無線通信本身就具有失敗的風險。為了解決這個新的挑戰，我們建議構建一套限制、評估、消滅醫療 CPS 無線通信風險的框架。與已有類似工作相比，我們有以下創新。

1. 保證病患生命安全的風險限制機制。該項機制根據具體的醫療環境上下文，將各設備的回退狀態和設備間的互鎖機制有機融合在一起。針對無線通信丟包和延遲造成競態條件的問題，我們將利用租用機制和分布式交易機制來避免，並對這些機制進行評估。
2. 基於混成自動機在線建模/分析的風險評估機制。無線醫療 CPS 是高度混成的系統，包含了離散的計算機邏輯、連續（並往往是）非線性的生物醫學過程、連續的反饋控制、以及不可靠的無線通信連接。綜合全面的建模/分析需要混成系統工具。特別的，由於很多生物醫學過程難以離線預測，我們將研究採用在線有限時間跨度建模/分析的方法。
3. 上下文相關的無線通信資源管理。我們將根據醫療環境上下文中對風險的預測來決策管理無線資源。一方面，我們將根

據信道品質和干擾源的監測結果來被動地調整無線通信的參數；另一方面，我們也將對有害的干擾源進行主動的監管。我們將在軟件定義無線電平台上實現上述解決方案。這種平台能夠提供足夠的柔性，並可與高度異構的各種無線通信技術交互。我們將展開基於真實世界數據樣本的仿真/半實物仿真評估，甚至非侵入式的醫院實地實驗評估。本框架將對社會、跨學科研究、以及業界產生深遠的裨益。