

Problem monitorowania aktywności osób starszych i niepełnosprawnych (zwanymi dalej pacjentami) wzbudza coraz większe zainteresowanie międzynarodowej społeczności inżynierów, lekarzy i naukowców. Powodów jest kilka: starzenie się społeczeństwa, wzrost przewidywanej długości życia przy jednoczesnym skracaniu się długości życia w dobrym zdrowiu, wreszcie brak odpowiedniej liczby osób, które mogłyby nieustannie opiekować się ludźmi starszymi i niepełnosprawnymi. Monitoring powinien umożliwiać dyskretne śledzenie ruchu takich osób oraz ich najważniejszych funkcji życiowych, takich jak oddech czy bicie serca. Ponadto, powinien on umożliwiać wykrywanie i przewidywanie upadków, ponieważ wśród osób starszych to właśnie upadki są jedną z najczęstszych (bezpośrednich lub pośrednich) przyczyn zgonu.

Szybki rozwój technik pomiarowych i informatycznych dostarcza coraz to nowych narzędzi pozwalających na automatyzację monitoringu pacjentów, rozwiązując tym samym dwa podstawowe problemy: problem niewystarczającej liczności personelu medycznego i pielęgniarskiego oraz problem naturalnej zawodności człowieka, wynikającej ze zmęczenia czy też nieuwagi.

Przedmiotem badań w zakresie monitoringu pacjentów stały się ostatnio impulsowe czujniki radarowe (zwane dalej czujnikami radarowymi) i czujniki głębi działające w podczerwieni (zwane dalej czujnikami głębi). Ważną wspólną ich cechą jest to, że nie naruszają prywatności pacjentów, ani nie wymuszają ciągłego i uciążliwego noszenia przez nich przyrządów pomiarowych; nie wymagają też ingerencji w umeblowanie pomieszczeń. Pod tym względem techniki te mają przewagę nad systemami wykorzystującymi kamery wizyjne, nad systemami wykorzystującymi żyroskopy i akcelerometry, instalowanymi na ubraniu pacjenta, a także nad sieciami czujników instalowanych np. w podłodze i umeblowaniu mieszkania pacjenta.

Czujnik radarowy emituje krótkie impulsy elektromagnetyczne ultramałej mocy, które następnie odbijają się od wszystkich obiektów znajdujących się w monitorowanej przez nie przestrzeni. Odbite impulsy są następnie przechwytywane przez odbiornik czujnika, który na podstawie odebranego sygnału rejestruje pewne zmiany w otoczeniu – w szczególności zmiany położenia monitorowanej osoby. Czujnik głębi działa w pewnym sensie podobnie: oświetla przestrzeń niewidzialnym dla oka promieniowaniem podczerwonym i – na podstawie promieniowania odbitego od różnych przedmiotów – tworzy trójwymiarowy model otoczenia. W wyniku przetwarzania danych pomiarowych, zarówno para czujników radarowych jak i czujnik głębi wyznaczają współrzędne położenia pacjenta, które nie dość, że same w sobie niosą istotną informację, umożliwiają wyznaczenie innych parametrów charakteryzujących jego stan zdrowia.

Dane dotyczące położenia pacjenta umożliwiają tworzenie statystyk czasu jego pobytów w poszczególnych miejscach mieszkania w różnych porach dnia i nocy, a przez to – umożliwiają ocenę jego stanu zdrowia. I tak na przykład, częstsze długotrwałe opuszczanie mieszkania może oznaczać początki demencji. Ponadto na podstawie danych charakteryzujących chód pacjenta (np. średnia prędkość poruszania się) można wnioskować o zmianach jego stanu zdrowia. Chodzenie jest – wbrew pozorom – skomplikowaną czynnością; poruszanie się z normalną prędkością (≥ 1 m/s) wymaga ogólnej sprawności psychofizycznej, więc jakiegokolwiek pogorszenie tej sprawności znajdzie odzwierciedlenie w sposobie chodu. Staje się więc jasne, że precyzyjne określenie położenia pacjenta jest kluczową funkcją systemu monitoringu, ponieważ wartości wszystkich pozostałych parametrów charakteryzujących stan zdrowia pacjenta są określane na podstawie sekwencji współrzędnych jego położenia; niepewność oszacowania położenia pacjenta ma zatem istotny wpływ na niepewność oszacowania wartości pozostałych parametrów.

Czujniki radarowe oraz czujniki głębi działają na różnych zasadach, z czego wynikają ich komplementarne zalety i wady: czujniki radarowe mają szerokie „pole widzenia” i umożliwiają obserwację poprzez niemetalowe ściany, są jednak niezbyt dokładne; z drugiej strony, czujniki głębi oferują większą dokładność kosztem ograniczonego pola widzenia i braku możliwości monitoringu przez jakiegokolwiek przeszkody. Zgodnie z teorią niezawodności, zastosowanie dwóch niezależnych technik oraz integracja danych pomiarowych (ang. *data fusion*) przez nie generowanych powinna przynieść zmniejszenie niepewności (a tym samym – zwiększenie niezawodności) monitoringu.

Celem badań będzie, w związku z tym, opracowanie efektywnych metod integracji danych z czujników radarowych i czujników głębi, określenie skuteczności tych metod z punktu widzenia wyznaczania położenia i innych parametrów charakteryzujących stan zdrowia pacjenta oraz sformułowanie praktycznych wniosków dotyczących np. rozmieszczenia czujników i użyteczności określonych metod integracji danych, z uwzględnieniem różnorodności monitorowanych parametrów.

Opracowanie wydajnych algorytmów integracji danych wpłynie bezpośrednio na rozwój nieinwazyjnych technik monitoringu pacjentów. Poza przydatnością do monitorowania ruchu i jego zmian, opisywane czujniki mają znacznie szersze możliwości: czujniki radarowe mogą zostać wykorzystane do wykrywania oddechu i określania częstotliwości bicia serca, a czujniki głębi – do wykrywania upadków monitorowanej osoby. W związku z tym wysiłek intelektualny włożony w opracowanie teoretycznych i algorytmicznych podstaw integracji danych z czujników obydwu typów z pewnością się opłaci, ponieważ pośrednio przyczyni się on do poprawy jakości życia oraz poczucia bezpieczeństwa osób korzystających z systemów opartych na tych czujnikach.