

Punkt po punkcie – jak znaleźć drogę w budynku

Wraz ze wzrostem populacji żyjącej w miastach powiększa się liczba budynków mieszkalnych i ludzi w nich żyjących. Spędzają oni większą część czasu wewnątrz budynków mieszkalnych, biurowych, w centrach handlowych, fabrykach itd. Tworzą one często skomplikowane struktury, zwłaszcza w rejonach gęsto zaludnionych, na które składają się przejścia podziemne i nadziemne, piętrowe garaże czy wewnętrzne podwórza. Powoduje to wzrost zapotrzebowania na aplikacje, gdzie kluczową rolę pełni aktualna informacja przestrzenna dokładnie opisująca wnętrze. Za przykład mogą posłużyć aplikacje wspomagające nawigację, przeznaczone dla osób niepełnosprawnych lub w podeszłym wieku, które mogą łatwo stracić orientację w nowym otoczeniu. Nie sposób tu nie wspomnieć o robotyce, gdzie obserwowany jest szybki rozwój urządzeń autonomicznych, które wymagają modelu przestrzennego aktualizowanego w czasie rzeczywistym. Jest on niezbędny do nawigacji, na którą składa się, między innymi, odnajdywanie ścieżek łączących odległe miejsca przy jednoczesnym unikaniu kolizji z przeszkodami.

Poszczególne aplikacje wymagają indywidualnego rozpatrzenia ograniczeń mobilności. W przypadku osób na wózkach, są one inne niż w przypadku osób niewidomych, a jeszcze inne ograniczenia należy uwzględnić w przypadku autonomicznych robotów: jeżdżących, kroczących czy latających (drony). Jest to bardzo ważne podczas przygotowywania analiz dostępności określonych lokalizacji w miejscach publicznych, które mają na celu umożliwienie osobom niepełnosprawnym dotarcie do tych wszystkich miejsc, co osobom pełnosprawnym. Z kolei systemy zarządzania kryzysowego w budynkach powinny uwzględniać ograniczenia mobilności podczas wyznaczania optymalnych i zarazem bezpiecznych dróg ucieczki w przypadku pożaru czy innego bezpośredniego zagrożenia. Dodatkowo, w rekoniesansie i akcji ratunkowej mogą brać udział roboty wspomagające działania służb ratunkowych. To również narzuca pewne wymagania na aplikacje wspomagające zarządzanie sytuacjami kryzysowymi.

Aplikacje wspomagające nawigację wymagają informacji przestrzennej, która jest głównie pozyskiwana z modeli geometrycznych, takich jak architektoniczne i powykonawcze plany budynków. Tradycyjnie wykorzystywane są dane dwuwymiarowe, np. plany pięter. Bardzo często dane trójwymiarowe są niedostępne. Obecnie obiecującym źródłem danych przestrzennych dla budynków jest technologia BIM (*Building Information Modelling*). Modele przestrzenne BIM często odznaczają się wysokim poziomem szczegółowości, i oprócz geometrii, zawierają informację semantyczną, opisującą funkcjonalność poszczególnych elementów modelu, oraz topologiczną, która opisuje relacje przestrzenne pomiędzy tymi elementami. Dokładne i aktualne: geometria, topologia i semantyka bezpośrednio wpływają na jakość ścieżek odnajdowanych w aplikacjach nawigacyjnych. W związku z tym, modele BIM

są doskonałym źródłem danych przestrzennych. Mają one jednak wadę związaną z aktualnością danych – nie opisują aktualnego stanu budynku i jego zawartości.

Na pomoc przychodzi tu technologia skaningu laserowego, która od dłuższego czasu jest wykorzystywana w teledetekcji i robotyce. Główną jej zaletą jest pozyskiwanie danych trójwymiarowych, które przedstawiają aktualny stan mierzonego obiektu. Co więcej, rozwój technologii powoduje, że proces pozyskiwania danych jest coraz szybszy i dokładniejszy. Jednak bardzo duże zbiory surowych danych w postaci chmur punktów wymagają zaawansowanych metod umożliwiających ich przetworzenie i uzyskanie użytecznej informacji. W ostatnich latach obserwowana jest spora liczba badań skupiających się na identyfikacji geometrycznych, topologicznych i semantycznych cech obiektów, takich jak wnętrza budynków. Niewątpliwie technologia skaningu laserowego sprawdza się w identyfikacji przestrzeni nawigowalnych i przeszkód. Taka analiza może być wykonywana jednocześnie z wykonywaniem pomiarów, w czasie rzeczywistym, co jest istotnym aspektem działania autonomicznych robotów.

Połączenie technologii BIM ze skanowaniem laserowym umożliwia tworzenie modeli, które idealnie spełniają wymogi aplikacji wspomagających nawigację w budynkach. Model budynku umożliwia obliczanie ścieżek pomiędzy wybranymi punktami w jego wnętrzu, podczas gdy aktualne dane ze skaningu laserowego mogą być użyte do aktualizacji tych ścieżek, mającej na celu ominięcie przeszkód wykrytych na podstawie analizy chmury punktów. Dodatkowo, uwzględnienie zaistniałych ograniczeń mobilności pozwala na ocenę dostępności w budynku, która jest istotna z punktu widzenia bezkolizyjnego poruszania się robotów czy wózków inwalidzkich.

Szczegółowa implementacja powyższej koncepcji obejmuje:

1. Budowę modelu budynku na podstawie chmury punktów, który zawiera elementy konstrukcyjne, np. ściany, stropy, drzwi, okna.
2. Generację nawigowalnej sieci w wewnętrznych przestrzeniach.
3. Wyznaczenie ścieżek między wybranymi punktami.
4. Weryfikację dostępności uwzględniającą:
 - a. wyznaczone ścieżki;
 - b. ograniczenia mobilności;
 - c. konstrukcyjne elementy uwzględnione w modelu budynku;
 - d. punkty pochodzące z chmury nieuwzględnione w procesie tworzenia modelu budynku, które przedstawiają potencjalne przeszkody.
5. Lokalną aktualizację sieci nawigowalnej i ścieżek.