

MOŻLIWOŚĆ WYKORZYSTANIA SIECI RADIOWYCH W TOPOLOGII MESH DO ŁĄCZNOŚCI BEZPRZEWODOWEJ POMIĘDZY AGREGATAMI ROLNICZYMI

Jerzy Langman

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Maciej Langman

Centrum Technologii Mobilnych Mobiltek Sp. z o.o.

Streszczenie. W pracy przedstawiono możliwości zorganizowania sieci bezprzewodowej w miejscu pracy agregatów rolniczych wykorzystując technologię MESH. W rolnictwie precyzyjnym ciągły przepływ informacji między pracującymi w polu agregatami a siedzibą gospodarstwa jest niezmiernie istotny. Zaprezentowana technologia i topologia MESH pozwoli na utworzenie samoorganizującej się sieci bezprzewodowej, węzły ruchome tej sieci zainstalowane są na pracujących agregatach rolniczych.

Słowa kluczowe: sieci WiFi, MESH, rolnictwo precyzyjne

Wprowadzenie

W rolnictwie precyzyjnym podczas pracy agregatów rolniczych, zachodzi potrzeba przetwarzania informacji niezbędnych do prawidłowego realizowania fragmentu procesu technologicznego produkcji roślinnej. Do przetwarzania informacji niezbędnych do realizacji funkcji sterowania organami roboczymi maszyny wykorzystuje się specjalizowane komputery pokładowe agregatu rolniczego. Niezbędne dane wejściowe ładowane są każdorazowo do pamięci komputera w miejscu garażowania agregatu, a podczas pracy w polu, najczęściej odległym, nie mogą już być modyfikowane bądź uzupełniane, nie mówiąc już o przesyłaniu informacji z agregatu do komputera..

Dlatego koniecznym wydaje się podjęcie badań nad połączeniem pracującego w polu agregatu rolniczego z komputerem stacjonarnym gospodarstwa, aby podczas realizowania czynności procesu technologicznego była możliwa dwukierunkowa wymiana informacji między komputerem pokładowym agregatu rolniczego a komputerem stacjonarnym. Obecne technologie telekomunikacyjne i informatyczne pozwalają na zestawienie takiego połączenia, choćby z wykorzystaniem istniejącej sieci telefonii komórkowej. Jednak takie zestawienie połączenia ma pewne ograniczenia związane z dostępnością sygnału ze stacji bazowej telefonii komórkowej, przepustowością kanału transmisji danych oraz koniecznością abonowania tej usługi u operatora telefonii komórkowej.

Na marginesie warto zwrócić uwagę na bardzo efektywny, ale chyba niedoceniany rodzaj wymiany informacji między pracującym agregatem a centralą i między poszczegól-

nymi agregatami – transmisję głosu. Żaden, nawet najbardziej wyrafinowany system telemetrii i telesterowania nie zastąpi rozmowy między osobami wykonującymi poszczególne zadania podczas prac polowych. Rozwiązania amatorskie typu walkie-talkie czy CB radio mają ograniczoną stosowalność, natomiast rozmowy telefoniczne przez sieć komórkową są kosztowne. Nowoczesna teleinformatyka oferuje rozwiązania umożliwiające tworzenie efektywnych kosztowo i niezawodnych sieci konwergentnych, zapewniających dwukierunkową transmisję danych, głosu i obrazu video a także ich transmisję punkt – wiele punktów.

Topologia i technologia MESH

Obecny poziom cen osprzętu sieciowego pozwala na rozważenie możliwości realizacji sieci radiowej w technologii Wi-Fi (rodzina zaleceń 802.11) służącej do przesyłania informacji między pracującymi w polu agregatami rolniczymi a komputerem gospodarstwa.

Do zestawienia takiego połączenia można wykorzystać punkty dostępowe Wi-Fi pracujące w topologii MESH, czyli topologii kratowej. W tej topologii sieć składa się z wielu węzłów, z których każdy ma łączność z kilkoma sąsiednimi. Topologia MESH nie narzuca stałej drogi przesyłania poszczególnych pakietów, zapewnia redundancję połączeń, odpowiednie algorytmy realizują procedurę automatycznego wyboru drogi. Sieć w topologii kratowej, wsparta odpowiednim oprogramowaniem do zarządzania (rozproszonym we wszystkich węzłach) cechuje się pewnymi szczególnymi właściwościami wynikającymi z dostępności wielu dróg transmisji danych między każdymi dwoma węzłami sieci oraz z zastosowania odpowiednich algorytmów wyboru drogi. Taka sieć nie może zostać wyłączona z działania przez awarię pojedynczego punktu, gdyż automatycznie wykorzystuje alternatywne połączenia do ominięcia awarii a nawet do równoważenia obciążenia poszczególnych łączy w sieci.

W przypadku sieci zbudowanej w topologii łańcucha awaria jednej stacji wyłącza z użytku stacje znajdujące się za nią, a niezawodność całej sieci jest ograniczona do niezawodności najbardziej zawodnego węzła. Urządzenia obsługujące technologię MESH mogą samoczynnie wykrywać sąsiednie węzły, nawiązywać i rozłączać połączenia z nimi, równoważąc obciążenie i zachowując odpowiednie priorytety dla właściwych usług np. przełączając pakiety VoIP po trasach o najkrótszym czasie, a pakiety danych po najmniej obciążonych ścieżkach.

Algorytmy trasowania, zapewniające niezawodność sieci MESH sprawdzają się także w przypadku sieci zawierającej ruchome węzły. Ciągły ruch urządzeń, zamontowanych np. na agregatach rolniczych, powoduje konieczność nieustannej, automatycznej rekonfiguracji sieci w celu zapewnienia odpowiednich parametrów jej pracy. Jednoczesny brak wydzielonego, statycznego szkieletu powoduje, że usługi sieci są dostępne wszędzie tam, gdzie obecnie znajdują jej węzły. Oczywiście łączność z centralą jest możliwa tylko pod warunkiem spójności sieci.

Sieć typu MESH zbudowana jest z urządzeń dostępowych stanowiących jej węzły. Pełnią one dwojaką rolę: stanowią logiczne węzły na sieci, odpowiedzialne za przesyłanie danych przez sieć oraz umożliwiają dołączanie urządzeń – klientów sieci, które generują lub terminują ruch. Punkty dostępowe MESH mogą być zasilane bateryjnie, czyli można z nich zestawić sieć Wi-Fi na polu bez dostępu do sieci energetycznej, czyniąc je przenośnymi, bądź mogą być zainstalowane bezpośrednio na ciągnikach rolniczych poruszających

Możliwość wykorzystania sieci...

się po polu, na którym aktualnie wykonywane są zabiegi wchodzące w skład procesu technologicznego uprawy polowej.

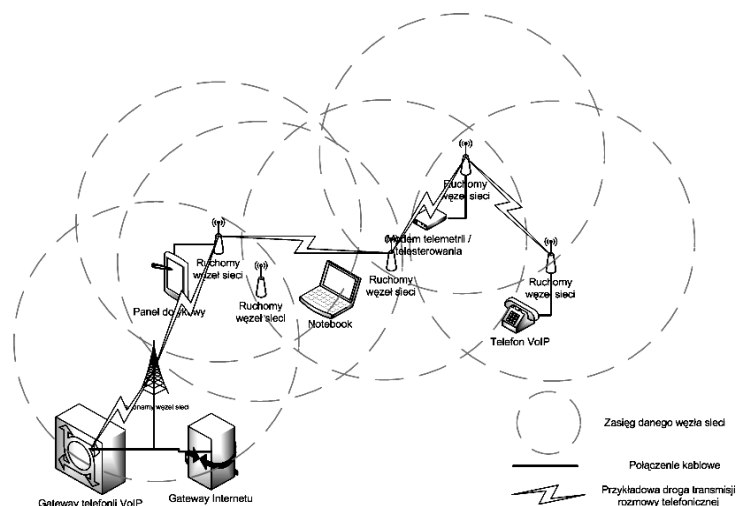
Zestawiona na polu sieć bezprzewodowa pozwoli na komunikację zarówno między poszczególnymi agregatami rolniczymi pracującymi na polu, jak też z komputerem gospodarstwa umożliwiając wymianę i uzupełnianie informacji (np. dodatkowe mapy zasobności gleby) komputerów pokładowych agregatów rolniczych pracujących w polu. Urządzenia klienckie mogą uzyskują dostęp do sieci WiFi typu MESH albo bezprzewodowo, traktując najbliższy węzeł jako punkt dostępu WiFi (access point), albo też wykorzystując porty urządzeń MESH różnych typów (np. Ethernet, klasyczna telefonia, video, Bluetooth itp)

Technologia MESH pozwala na automatyczną, wielokryterialną optymalizację programową tras w sieci dla każdego z połączeń. Przykładowe kryteria optymalizacyjne mogą być następujące:

- Minimum węzłów
- Minimalne opóźnienia
- Maksimum przepustowości
- Minimum stopy błędów
- Maksimum stabilności trasy
- Zużycie energii (moc nadajnika)

Powyższe kryteria mogą być stosowane pojedynczo lub grupowo z różnymi wagami poszczególnych kryteriów.

Konfiguracja poszczególnych węzłów sieci może być realizowana ręcznie albo automatycznie, przy czym poprzednio używana konfiguracja jest zapamiętywana w pamięci nieulotnej i w razie pomyłek w procesie konfiguracyjnym może być przywrócona ostatnia dobrze działająca konfiguracja. Przykładową realizację sieci w topologii MESH przedstawiono na rys. 1.

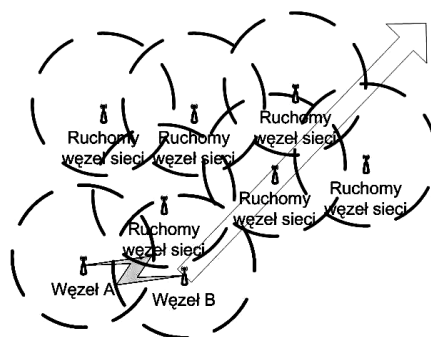


Rys. 1. Przykładowa realizacja sieci w topologii MESH

Fig. 1. Example network executed in the MESH topology

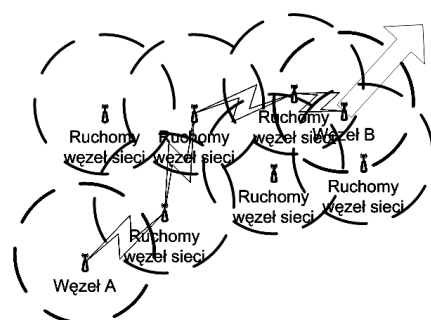
Przykład zastosowania sieci typu MESH w pracach polowych agregatów rolniczych

Na rys. 2 i 3 przedstawiono możliwość realizacji ruchomej sieci bezprzewodowej wykorzystywaną do zapewnienia wymiany danych i informacji pomiędzy agregatami pracującymi na polu a centrum dyspozycyjnym jakim jest siedziba gospodarstwa. Na obrzeżu pola zainstalowany jest stacjonarny węzeł sieci, połączony z istniejącą na danym terenie infrastrukturą sieciową (przewodową bądź bezprzewodową). Pracujące na polu agregaty rolnicze wyposażone są w ruchome węzły sieci. Każdy z węzłów, łącznie ze stacjonarnym, nieustannie śledzi dostępne dla siebie węzły sąsiednie. Pojawienie się nowego węzła, np. wjazd nowej maszyny na pole, wyzwala algorytm aktualizacji tras.



Rys. 2. Nawiązanie połączenia między dwoma sąsiadującymi węzłami A i B sieci wykorzystujące technologię MESH. Węzeł B przemieszcza się w kierunku zaznaczonym strzałką

Fig. 2. Making of a connection between two neighbouring nodes A and B of the network, using the MESH technology. Node B moves in the direction marked with an arrow



Rys. 3. Połączenia między węzłami A i ruchomym węzłem B przemieszczającym się w kierunku oznaczonym strzałką przebiega przez kilka najbliższych węzłów ruchomych

Fig. 3. Connection between node A and node B moving in the direction marked with an arrow runs through few nearest moving nodes

Podobnie utrata łączności z którymś z sąsiadów powoduje zmiany tablic tras. Taka utrata łączności może być spowodowana przemieszczeniem się węzła. Jeśli tylko węzeł ruchomy pozostaje w zasięgu dowolnego innego węzła, sieć automatycznie nauczy się nowych tras prowadzących do niego, zwykle nawet bez zrywania trwających połączeń sieciowych. Jeśli węzeł opuszcza sieć, staje się niedostępny, lecz jego pojawienie się w zasięgu dowolnego węzła spowoduje natychmiastowe przyłączenie go z powrotem. Działając w sposób rozproszony, każdy z węzłów przechowuje swoją własną tablicę trasowania umożliwiającą wybór odpowiedniego sąsiada jako następnego na trasie danego połączenia oraz informuje sieć o dostępnych poprzez siebie sąsiadach. Szczegółowy opis adaptacyjnych algorytmów wyboru trasy wykracza poza zakres niniejszego opracowania.

W omawianym przypadku, tak długo jak sieć pozostaje spójna (tzn. istnieje co najmniej jedna droga między każdymi dwoma węzłami, w tym – stacjonarnym), każdy z agregatów ma dostęp do danych systemu centralnego i stanowi też źródło danych dla pozostałych maszyn. Nie ma znaczenia chwilowa pozycja poszczególnych maszyn, ich prędkość przemieszczania się ani kolejność przyłączania do sieci.

Podsumowanie

Technologia MESH umożliwia budowę samoorganizujących się sieci bezprzewodowych. Jest ona przydatna tam, gdzie nie można zbudować stałej infrastruktury sieciowej. Wyposażenie agregatów rolniczych w węzły sieci pracujące w technologii MESH pozwoli zorganizować w miejscu ich pracy skuteczny system łączności pozwalający na obustronny przesył danych oraz na komunikację głosową wykorzystującą technologię VoIP. Wycofanie z pracy jednego agregatu nie zakłóci pracy całej sieci, gdyż ona natychmiast ulegnie automatycznemu przeorganizowaniu.

Bibliografia

Mihail L. Sichitiu. 2005-06. Wireless Mesh Networks Challenges and Opportunities, Electrical and Computer Eng. Dept., NC State University, Raleigh, NC, USA.

POSSIBILITY OF USING RADIO NETWORKS IN THE MESH TOPOLOGY FOR WIRELESS COMMUNICATIONS BETWEEN FARM MACHINERY UNITS

Abstract. The paper presents possibilities to organise wireless networks in places where farm machinery units are operated, using the MESH technology. In precise agriculture, continuous flow of information between machinery units working in field and farm office is extremely important. Presented technology and MESH topology will allow to develop a self-organising wireless network; mobile nodes of this network are installed in working farm machinery units.

Key words: WiFi network, MESH, precise agriculture

Adres do korespondencji:

Jerzy Langman; e-mail: rtlangma@cyf-kr.edu.pl
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 120
30-149 Kraków