

Dr hab. inż. Krzysztof Cetnarowicz, prof. AGH
Katedra Informatyki AGH

Kraków, dnia 15. 03. 2006

R e c e n z j a

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała Gnatowskiego pt. „Wykorzystanie systemów wieloagentowych we współdziałaniu robotów mobilnych”

Obszar problemowy i zawartość pracy

Wydaje się, że zastosowanie robotów mobilnych należy (lub będzie w najbliższym czasie należeć) do zasadniczych czynników umożliwiających rozwój gospodarczy, a nawet stworzenie nowych jakości w zakresie technologii. Szczególnie interesujące jest wykorzystanie grup robotów mobilnych mogących współpracować przy wykonywaniu zadań. Jednocześnie realizacja wspomnianej kooperacji wymaga opracowania nowych metod sterowania, a raczej zarządzania grupami robotów mobilnych. Wydaje się, że ograniczenia wynikające z faktu, że samo centralnie realizowane zarządzanie jest procesem złożonym zarówno pod względem wymiany informacji jak i doboru algorytmów, a jednocześnie kontakt z zarządzaną grupą robotów jest utrudniony nasuwają sugestię, że grupa powinna działać autonomicznie, a proces zarządzania powinien mieć charakter zdecentralizowany.

W ostatnich latach pojawiły się przesłanki uzasadniające wykorzystanie do zarządzania grupą robotów mobilnych koncepcji autonomicznego agenta. Recenzowana praca zajmuje się bardzo aktualną dziedziną jaką jest sterowanie robotami mobilnymi przy pomocy autonomicznych agentów, a w szczególności przy pomocy systemów wieloagentowych.

W pracy Autor przedstawił koncepcję (którą stara się zweryfikować na drodze symulacyjnej) systemu wieloagentowego służącego do zarządzania grupą robotów mobilnych przeszukujących układ pomieszczeń w celu znalezienia ustalonych obiektów.

Przedstawiona do recenzji praca jest podzielona na 6 rozdziałów i dodatkowo zawiera bogatą literaturę.

W pierwszym rozdziale Autor stara się wprowadzić czytelnika w zagadnienia związane z pojęciem autonomicznego agenta i systemów wieloagentowych. W szczególności zamieszczono wprowadzenie koncepcji agenta, przegląd różnych podejść do definiowania architektury agentów, a także problemy związane ze współpracą agentów w systemach wieloagentowych takich jak komunikacja i pewne elementy negocjacji między agentami. Następnie podano bardzo ogólny opis pewnych metod podejmowania decyzji wykorzystujących teorię gier. W końcowej części rozdziału przedstawiono pewne problemy związane z zarządzaniem robotami mobilnymi. Zakres poruszanych w pracy zagadnień jest tak szeroki, że pewna ich część została przedstawiona w sposób dosyć powierzchowny.

W kolejnym, drugim rozdziale Autor przedstawia cel pracy i formułuje tezę. Ogólnym celem pracy jest: „poszukiwanie minimalnego zestawu środków zapewniających zespołową pracę robotów ratowniczo-inspekcyjnych”. Autor zawęży tak ogólnie przedstawiony cel stwierdzając, że zadaniem robotów będzie poszukiwanie „pewnych wyróżnionych obiektów” w ramach „inspekcji zadanego obszaru”. Następnie przedstawiony jest szczegółowy opis zadania stawianego robotom, warunków w jakich ma być realizowane zadanie i specyfikacja pewnych własności robotów realizujących w grupie wspomniane zadanie. W szczególności przedstawione są też pewne własności robotów związane z ich współdziałaniem w grupie i pojawia się stwierdzenie, że „tak opisany system można traktować jako system wieloagentowy”. Na zakończenie rozdziału Autor formułuje tezę stwierdzając, że „zastosowanie zaawansowanego mechanizmu negocjacji, wykorzystywanego w systemach wieloagentowych, do zespołu robotów, w pewnej klasie zadań, przyspiesza wykonanie zadania przez zespół robotów, w stopniu większym niż samo zastosowanie grupy wielu robotów wykorzystujących tylko prostą komunikację”.

W następnym trzecim rozdziale Autor specyfikuje przykładowy zespół ratowniczo-inspekcyjny robotów, który zostanie wykorzystany w badaniach przedstawionych w dalszych częściach pracy. Wynika z tego, że Autor zamierza wykazać przedstawioną w pracy tezę realizując eksperymentalny zespół robotów i badając jego przydatność w konkretnym działaniu. W rozdziale tym rozważane są cztery warianty eksperymentu charakteryzujące się tym czy występuje pojedynczy robot czy grupa robotów poszukujących i czy na danym obszarze (jest to budynek z licznymi połączonymi pomieszczeniami) znajdują się poszukiwane obiekty – czy też ich tam nie ma. Wspomniana specyfikacja składa się ze szczegółowych opisów między innymi takich elementów jak obszar w jakim działają roboty, własności samych robotów z uwzględnieniem tych cech robotów, które są odpowiedzialne za współdziałanie w grupie, danych dostępnych robotom, algorytmów działania robotów w różnych okolicznościach, negocjacji, a dokładniej realizacji aukcji do przydzielania zadań robotom.

W rozdziale czwartym Autor opisuje przeprowadzone symulacyjne badania zaproponowanych rozwiązań i wyniki otrzymane w rezultacie tych badań. Badania przeprowadzono dla różnych struktur (map) przeszukiwanego obszaru, różnych ilości i rozmieszczeń poszukiwanych obiektów, różnej liczności grupy robotów poszukujących i ich ustawień początkowych, różnego kosztu obsługi obiektów i różnej wartości współczynnika μ tzw. "współczynnika dojazdu" określającego w pewnym sensie „chęć współpracy” robota. W efekcie przedstawiono wiele wyników porównując dla różnych warunków koszty znalezienia obiektu przez roboty, koszty dojazdu do obiektu, jak i ilości aukcji wygranych przez roboty. W rozdziale tym Autor stara się uporządkować dosyć dużą liczbę zamieszczonych wyników zamieszczając zbiorczą tabelę przeprowadzonych eksperymentów i ich rezultatów. Nie napotkałem jednakże syntetycznego komentarza które wyniki i w jakiej mierze przemawiają za (lub może przeciw) wykazaniem postawionej w pracy tezy.

W rozdziale 5 Autor przedstawia zbudowany w celu przeprowadzenia przedstawionych wcześniej badań symulator. Opis jest w pewnych obszarach dosyć wyczerpujący, aczkolwiek rozmiar rozdziału spowodował, że pewne aspekty są potraktowane bardzo ogólnie. Wydaje się jednak, że opis zawiera najważniejsz, konieczne do zrozumienia charakteru symulacji elementy i można uznać, że jest wystarczający.

Rozdział 6 stanowi zakończenie pracy. Autor zamieszcza w nim wnioski, które stanowią syntetyczne podsumowanie badań potwierdzających tezę. Brak jednak odniesienia do zamieszczonych w poprzednich rozdziałach wyników badań ułatwiających powiązania eksperymentalnych wyników z wykazywaniem tezy. W dalszej części rozdział Autor przedstawia propozycje dalszych badań w rozważanej w pracy dziedzinie.

Praca jest uzupełniona bogatym spisem literatury, do pozycji którego Autor często odwołuje się w pracy.

Ocena pracy i uwagi dyskusyjne.

Przedstawiona do recenzji praca podejmuje bardzo aktualny i mający duże znaczenie praktyczne temat jakim jest realizacja współdziałania systemów wielorobotowych przy pomocy systemów wieloagentowych. Przeprowadzone przez Autora badania mogą umożliwić, w pewnym sensie nowe spojrzenie na koncepcję zarządzania grupami robotów mobilnych przeznaczonych do przeszukiwania zadanego obszaru o złożonej strukturze, przy czym zadanie ma być realizowane w sposób optymalny przy założeniu pewnych kryteriów jakości.

Praca, ma jasną i przejrzystą strukturę i jest napisana prostym i zrozumiałym językiem. Rozdziały opisujące dokonania Autora są jasne i przejrzyste, a opisy wzbogacone zostały licznymi rezultatami badań.

W trakcie lektury pracy pojawiają się pewne spostrzeżenia i uwagi dyskusyjne:

Uwagi o charakterze ogólnym:

- Przedstawiona w pracy teza nie wydaje się wystarczająco ścisła. Sformułowanie „pewna klasa zadań” w pewnym sensie gwarantuje sukces, że taka teza jest zawsze prawdziwa. A przecież w dalszych, przedstawionych w pracy, rozważaniach Autor bada i wykazuje problem, który jest o wiele bardziej precyzyjnie określony.
- Przedstawiając koncepcję wykorzystania metod aukcji i ich symulacyjne badania Autor nie wyjaśnia wystarczająco do czego metoda aukcji ma w rozważanych problemach służyć: czy do przydziału zadań do robotów, czy do koordynacji realizacji zadań (takie zadania wyróżnia się w spotykanych w literaturze badaniach prowadzonych nad realizacją zarządzania robotami za pomocą agentów).
- Wydaje się, że badane przez Autora problemy wiążą się istotnie z zagadnieniem wykorzystania mechanizmów aukcji do przydzielania zadań do robotów w systemach złożonych z wielu współpracujących robotów. Problem ten jest dość szeroko badany i już od kilku lat można napotkać liczne publikacje naukowe na ten temat (prezentowane są także platformy do badania wspomnianych problemów). Wydaje się zatem, że

w pracy brak jest wystarczająco wyczerpującego odniesienia się do innych, prowadzonych w tym zakresie badań szczególnie przed sformułowaniem tezy (np. w rozdziale pierwszym lub drugim)

- Jak już wspomniano przedstawione dosyć bogate wyniki badań symulacyjnych nie są opatrzone syntetycznymi podsumowaniami zaznaczającymi, które wyniki i w jakim zakresie potwierdzają (wykazują) przedstawioną tezę.

Uwagi o charakterze szczegółowym:

- W celu wprowadzenia czytelnika w zagadnienia związane z systemami agentowymi Autor, opierając się na literaturze (liczne odwołania), zamieszcza w pierwszym rozdziale opisy zagadnień związanych z takimi systemami, opierając się szczególnie na podręczniku (o charakterze monograficznym): G Weiss „Multiagent System – a Modern Approach”. Jednakże, jak mi się wydaje cytując (w dosyć dosłownym tłumaczeniu) całe akapity czy rysunki powinno się ten fakt zaznaczyć w sposób szczególny (nie tylko przez podanie pozycji literatury) gdyż w tym wypadku prawami autorskimi chroniona jest nie tylko treść, ale i układ prezentowanego materiału.
- W pracy nie odnalazłem metody ustalania „współczynnika dojazdu” μ , który ma dość istotny wpływ na sposób działania systemu w różnych warunkach. W jaki sposób przewiduje Autor ustalanie tego współczynnika w praktycznych zastosowaniach?
- Analizując przedstawiony protokół komunikacji „kpo” można stwierdzić, że robot przesyła informację o rezygnacji z udziału w aukcji. Mam wątpliwości czy ta operacja jest rzeczywiście potrzebna i czy nie jest to bezproduktywna czynność obciążająca robota i kanał komunikacyjny?
- Mam wątpliwości czy rozważany graf mapy z pomieszczeniami reprezentowanymi przez węzły zawsze będzie drzewem. Jeśli nie, to mogą wystąpić problemy z kierowaniem robotów do ustalonych celów. Czy jeśli przeszkoda zasłoni drzwi – algorytm omijania przeszkód nie spowoduje zablokowania robota?

Konkluzja końcowa

Uważam, że za najważniejsze rezultaty opiniowanej rozprawy należy uznać:

- koncepcję zastosowania metod aukcji do zarządzania grupą robotów przeznaczonych do przeszukiwania zadanego obszaru o złożonej

strukturze, przy czym zadanie jest realizowane w sposób optymalny przy założeniu pewnych kryteriów jakości.

- Wartościowym założeniem, jakim moim zdaniem kierował się Autor, jest to, że oparte na koncepcji systemów wieloagentowych i metod aukcji zarządzanie grupą robotów powinno być proste, a przez to relatywnie niezawodne, a jednocześnie wydajne. W pracy wykazano, że takie rozwiązanie jest możliwe do realizacji.
- Zrealizowanie symulacyjnego modelu opartego na przedstawionej koncepcji, zbadanie działania opracowanego modelu i przedstawienie rezultatów badań, które w sumie uzasadniają postawioną tezę, a szczególnie przedstawione powyżej własności systemu.

Podsumowując, można stwierdzić, że powyższe rezultaty pracy stanowią oryginalny wkład Autora w badaną dziedzinę wiedzy. Zostały zrealizowane w sposób poprawny dojrzały i pomijając pewne niedoskonałości świadczą o dużej umiejętności Autora prowadzenia prac naukowo badawczych, orientacji w badanej dziedzinie.

Przedstawione w niniejszej recenzji uwagi mają często charakter dyskusyjny i nie umniejszają znacząco wartości całej pracy, która jest przejrzysta i interesująca.

W konkluzji stwierdzam, że opiniowana praca mgr inż. Michała Gnatowskiego spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim, określone obowiązującą Ustawą o tytule naukowym i stopniach naukowych, w związku z czym stawiam wniosek o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

Kraków dn. 15.03.2006

Krzysztof CETNAROWICZ

