

Propozycja Grupy Roboczej KAIR PAN w sprawie opracowania wniosku
o powołanie Strategicznego Programu Badawczego (SPB):

Rozszerzenie Internetu - Zrobotyzowane inteligentne systemy usługowe wspomagające człowieka

Przedmiotem propozycji jest opracowanie nowych technologii umożliwiających rozszerzenie Internetu na środowisko rzeczywiste (fizyczne). Internet w obecnej postaci służy: gromadzeniu, przekazywaniu i przetwarzaniu informacji, a więc świadczy usługi wirtualne. Celem proponowanego programu badań jest takie rozszerzenie Internetu, aby mogły być świadczone usługi również w świecie materialnym, poprzez stworzenie inteligentnej infrastruktury zdolnej do zaspokajania potrzeb materialnych i niematerialnych człowieka, zarówno w sposób autonomiczny jak i we współpracy z człowiekiem. W skład tej infrastruktury mogą wchodzić nie tylko roboty, ale również sieci czujników i innych urządzeń współpracujących ze sobą. Istotny jest sieciowy charakter proponowanej infrastruktury.

Jednym z przykładów może być system do oczyszczania miast lub jego fragmentów, w szczególności po imprezach masowych, takich jak wydarzenia kulturalne lub sportowe. Po takiej imprezie grupa robotów byłaby dyslokowana w rejonie wymagającym porządkowania. Takie zadanie musi zostać zdekomponowane na zestaw usług realizowanych przez roboty lub ich grupy robocze. Może również być wykorzystana sieć statycznych lub mobilnych czujników wykrywająca, kiedy teren wymaga oczyszczenia.

Innym zadaniem jest realizacja infrastruktury, w tym sieciowej, służącej do automatyzacji czynności wykonywanych w domu i otoczeniu. Nawiązuje to do koncepcji inteligentnego środowiska. To zadanie dotyczyć będzie wspomaganie osób niepełnosprawnych żyjących samotnie. Polegać będzie na zapewnieniu przez system niezbędnej opieki nad osobą niepełnosprawną w ciągu, przykładowo, 24 godzin, a w razie wykrycia zagrożenia dla życia tej osoby lub dla jej otoczenia wezwaniu pomocy (lekarza, pielęgniarza lub opiekuna).

Kolejnym przykładem jest patrolowanie terenu, realizowane przez zespół robotów, które mogą w razie potrzeby wzywać człowieka do pomocy. Wtedy patrolowanie będzie odbywać się wspólnie, a więc musi istnieć dostatecznie rozbudowana zdolność do interakcji i współpracy między maszyną a człowiekiem.

Takie rozszerzenie Internetu jest nieuchronne, ponieważ zarówno istnieje potrzeba społeczna jego urzeczywistnienia, jak i istnieją możliwości techniczne realizacji tego typu pomysłu. Potrzeba społeczna wynika ze starzenia się społeczeństwa oraz odpływu chętnych do wykonywania prac wymagających cierpliwości oraz wysiłku. Produkcja już została w dużej mierze zrobotyzowana. Teraz kolej jest na zrobotyzowanie szeroko rozumianych usług. W Polsce istnieje wystarczający potencjał badawczy, aby zrealizować tę koncepcję, ale niezbędne jest skoncentrowanie tego potencjału na jednym programie badawczym. W wyniku realizacji programu powstanie odpowiednia wiedza i technologie dla utworzenia nowej gałęzi gospodarki. Byłoby niedobrze gdyby Polska kolejny raz rozpoczęła badania dopiero, kiedy będą już istnieć konkerny produkujące postulowane systemy, szczególnie, że zarówno w Europie, Stanach Zjednoczonych jak i na Dalekim Wschodzie już teraz prowadzi się badania nad podobnymi koncepcjami. Należy podkreślić, że chodzi o gałąź produkcji zarówno sprzętu jak i oprogramowania, gdyż stworzenie robotów wymaga wiedzy poczynając od szeroko rozumianej mechaniki, poprzez elektronikę i automatykę, a kończąc na informatyce, nie wspominając o ich wkomponowaniu w funkcjonowanie Internetu.

1. Ogólny cel (wizja docelowa)

Internet jako realizacja technologii sieci globalnej (opartej na protokołach TCP/UDP/IP) powstał po to żeby łączyć sieci lokalne w jedną globalną sieć. U jego podstaw była zasada, że awaria dowolnej części sieci (jej węzłów bądź łączy) nie może uniemożliwić komunikacji pomiędzy sprawnymi węzłami, o ile jest fizyczne połączenie pomiędzy nimi. Internet, jako sieć komputerowa, służy, w zasadzie, do przesyłania danych (w formie strumieni bajtów) pomiędzy aplikacjami uruchomionymi na komputerach tej sieci. Dotychczasowa rola tych aplikacji sprowadzała się przede wszystkim do przetwarzania tych danych, chociaż ostatnio powstają koncepcje nawiązujące do paradygmatu SOA (Service Oriented Architecture), w którym podstawowym elementem systemu informacyjnego ma być usługa. Obecnie coraz mocniej zarysowuje się tendencja do włączania urządzeń wykonawczych oraz czujników (nawet sieci czujników), świadczących usługi fizyczne, jako równoprawnych węzłów w Internecie, umożliwiając ich zdalne sterownie. Urządzenia takie mogą fizycznie oddziaływać na środowisko zmieniając jego stan, zaś czujniki postrzegać stany rzeczywistego środowiska. Coraz częściej takie urządzenia i czujniki razem z aplikacjami na zwykłych komputerach wykonują razem złożone zadania dedykowane realizacji specyficznych celów. Na tej podstawie powstała idea *ambient intelligence* - jeśli urządzenia współdziałają w sieci lokalnej, oraz idea *global intelligence* - jeśli urządzenia współpracują w skali globalnej. Póki co są to sztywne systemy dedykowane realizacji bardzo konkretnych zadań. Proces ten będzie nieuchronnie postępował dalej. Ale takie proste rozszerzenie niewiele (jeśli cokolwiek) wnosi do zasadniczej struktury Internetu, tzn. do protokołów, na których jest on oparty. Barię do rozszerzenia Internetu jest brak mechanizmów (odpowiednich protokołów) zapewniających niezawodność działania takich systemów. Na wzór pierwotnej idei leżącej u podstaw Internetu, potrzebne są teraz nowe technologie (w formie protokołów) zapewniające tę niezawodność (czyli odporność na awarie) tych systemów. Niezawodność ta ma polegać na możliwości kontynuowania wykonywanego zadania (pomimo, że część sieci oraz urządzeń uległa awarii) poprzez automatyczną rekonfigurację sprawnej części systemu. Takie technologie rozszerzające Internet prędzej czy później powstaną, ponieważ jest to naturalny kierunek jego rozwoju.

Celem programu jest stworzenie infrastruktury rozszerzającej zdolności Internetu (sieci) do interakcji ze środowiskiem rzeczywistym (fizycznym w odróżnieniu od cyberprzestrzeni, a więc środowiska wirtualnego). Jest to cel dalekosiężny i globalny. Technologie wytworzone w ramach dążenia do tak ogólnego celu będą uniwersalne, ale ich przydatność będzie wykazana na kilku konkretnych systemach o istotnej użyteczności. Tak więc badania będą dotyczyły zarówno technologii wspierających (ang. *enabling technologies*) jak i systemów realizujących ściśle określone i użyteczne zadania. Technologiami wspierającymi są tu przykładowo: algorytmy rozpoznawania i przetwarzania obrazów i mowy, algorytmy planowania trajektorii, algorytmy sterowania urządzeń elektro-mechanicznych, algorytmy planowania działań, algorytmy autodiagnostyczne etc.

Każdy z przykładowych systemów musi mieć konstrukcję modułową. Istotnym jest, aby wersja podstawowa systemu nie była zbyt droga, ale już użyteczna. Poprzez dodawanie do wersji podstawowej systemu łatwo komponowalnych modułów będą uzyskiwane systemy bardziej złożone o wyraźnie zwiększającej się użyteczności (o rozszerzonych lub dodatkowych funkcjach). Można powiedzieć, że jest to postulat przeniesienia na teren robotyki technologii plug-and-play opracowanej na gruncie informatyki. Postulowane

systemy będą się składały nie tylko z robotów, ale również sieci sensorycznych i telekomunikacyjnych oraz innych urządzeń przystosowanych do działania w ramach tak pomyślanego systemu.

Na podkreślenie zasługuje tu swoboda interakcji pomiędzy człowiekiem a systemem. Człowiek w naturalny sposób (głosem, gestem) zleca wykonanie zadania, które dekomponowane jest przez system na usługi przekazywane do realizacji przez agenty upostaciowione (tzn. mające ciało, a więc zdolne do fizycznej interakcji z otoczeniem) i wirtualne (tzn. nie posiadające ciała, a więc realizujące usługi w cyberprzestrzeni). Te drugie mogą dotyczyć zdobywania informacji, przekazu na odległość wiadomości lub realizacji przetwarzania danych.

Należy podkreślić, że proponowany program badawczy nie jest pierwszą pracą, która będzie realizowana w tej dziedzinie w Polsce. PIAP bierze udział w dwóch konsorcjach, które mają zrealizować: mobilny system do nadzorowania granic lądowych oraz system do wspomagania działań antyterrorystycznych i antykryzysowych. Oba te systemy w istotny sposób wykorzystują człowieka jako element podejmujący decyzje. Proponowany program badawczy będzie dążył do radykalnego zwiększenia autonomii działania systemów, a więc redukcji konieczności nadzoru przez człowieka czynności wykonywanych przez roboty. Wyniki badań osiągnięte w proponowanym programie badawczym umożliwią istotne rozszerzenie funkcji systemów stworzonych we wzmiankowanych projektach poprzez obdarzenie większą dozą autonomii elementów tych systemów. Tak więc proponowany program badawczy w części będzie stanowił naturalną kontynuację i rozszerzenie prac rozpoczętych przez PIAP.

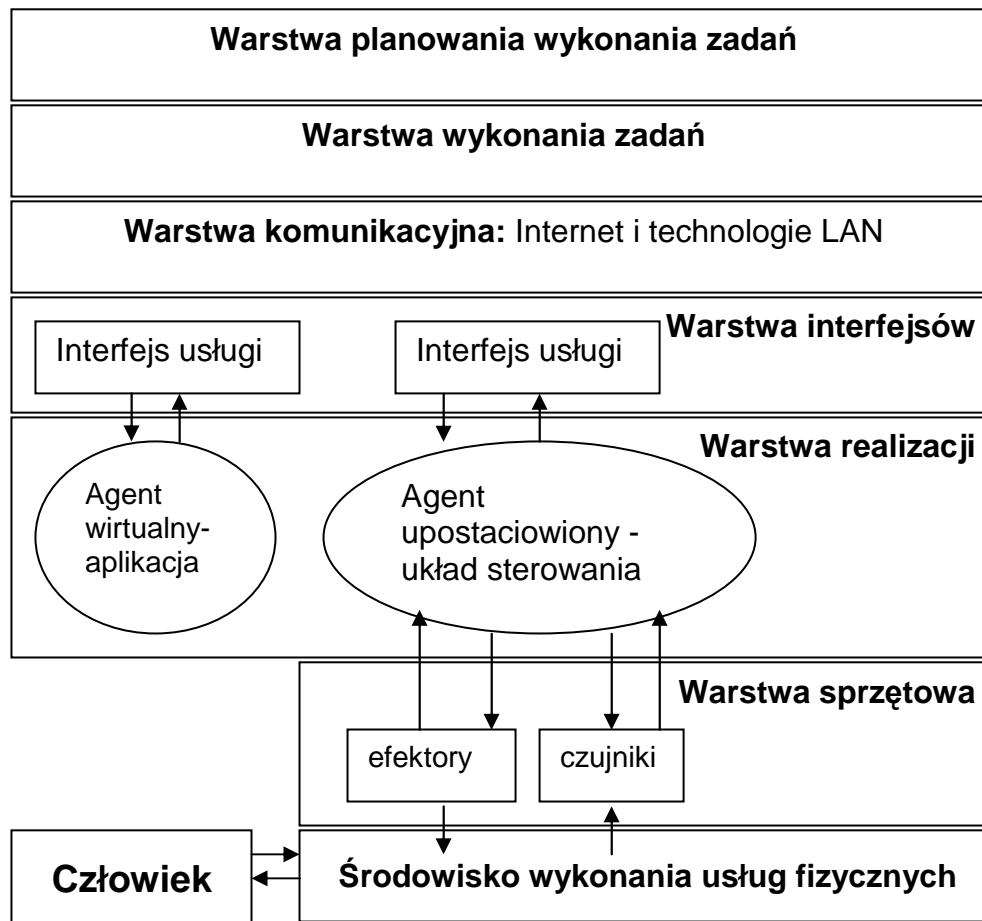
Na podkreślenie również zasługuje współgranie niniejszej propozycji z działaniami Europejskiej Komisji. Program ICT (Challenge 1) dotyczy między innymi: Software and Service Architectures and Infrastructures (Challenge 1.2), a więc architektur oprogramowania i usług oraz infrastruktury. Z kolei program ICT (Challenge 2) dotyczy: Cognitive Systems, Interaction and Robotics., a więc systemów kognitywnych, interakcji z ludźmi oraz robotyki. Istotne jest, że nasza propozycja nie tylko współgra z wymienionymi zainteresowaniami programu ICT, ale dokonuje ich syntezy, co stanowi istotny krok wyprzedzający przyszłe działania Komisji Europejskiej.

2. Struktura postulowanych systemów

Podobnie jak w modelu warstwowym Internetu, infrastruktura rozszerzająca ma również warstwowy charakter. Rozszerzenie Internetu polega z jednej strony na dodaniu obok aplikacji programowych (software), również aplikacji oddziaływujących na fizyczne środowisko, oraz dodaniu dla tych obydwu typów aplikacji odpowiednich interfejsów komunikacyjnych (warstwa interfejsów usług). Komunikacja jest realizowana przez Internet. Z drugiej strony dodane są: warstwa odpowiedzialna za planowanie zadań oraz warstwa umożliwiająca wykonanie tych zadań oraz zapewniająca niezawodność, czyli odporność na awarie.

Kluczem do proponowanej architektury jest *reprezentacja środowiska wykonania usług*. Na poniższym rysunku pokazane jest jedynie środowisko wykonania usług fizycznych. Środowisko wykonania usług programowych to typy danych i aplikacje przetwarzające te dane. Reprezentacja środowiska wykonania usług jest potrzebna do opisu usługi. Opis usługi specyfikuje funkcjonalność usługi i jest integralną częścią jej interfejsu. Warstwy planowania i wykonania zadań muszą wykorzystywać tę reprezentację środowiska.

Usługi materialne świadczone są przez agenty upostaciowione (roboty). Struktura mechaniczna robota wraz z silnikami i elektroniką realizującą regulację niskopoziomową stanowią efektory. Efektory wraz z receptorami (czujnikami) składają się na warstwę sprzętową. Ta warstwa wymaga odpowiedniego układu sterującego, który zrealizuje zleczone zadanie (usługę). Z punktu widzenia warstwy realizacji usług, oprogramowanie układu sterującego oraz efektory i czujniki stanowią agenta upostaciowionego. Badania przede wszystkim będą skupione na technologiach niezbędnych do realizacji różnorodnych agentów upostaciowionych. Ponadto takie agenty zostaną zrealizowane w celu zademonstrowania możliwości opracowywanej technologii.



3. Przykładowe systemy (scenariusze zastosowania proponowanych technologii)

Proponuje się przetestować opracowywaną technologię na kilku przykładach, aby zweryfikować jej przydatność. W związku z tym, że społeczeństwa krajów wysokoprzemysłowych (w tym niestety i Polski) szybko się starzeją, należy zadbać odpowiednio wczesne stworzenie środków technicznych wspomagających opiekę nad ludźmi zniedołężniałymi i niepełnosprawnymi. Zapewnienie godnej starości, a więc realizację podstawowych potrzeb bytowych, i towarzystwa staje się zadaniem najwyższej wagi. Dlatego jeden z przykładów zastosowania proponowanej technologii dotyczy wspomaganie niepełnosprawnych. Zadanie tu może być postawione jako zapewnienie niezbędnej opieki nad osobą niepełnosprawną w ciągu, przykładowo, 24 godzin, a w razie wykrycia zagrożenia dla

życia tej osoby lub dla jej otoczenia wezwanie pomocy (lekarza, pielęgniarza lub opiekuna). Robot albo grupa robotów odpowiedzialne byłyby za przypominanie, podawanie przedmiotów na żądanie, wykrywanie niepokojącego zachowania etc. Oczywiście te same środki techniczne mogą być wykorzystane do opieki nad dziećmi.

Innym przykładem jest patrolowanie terenu tego wymagającego. Może to zadanie być realizowane samodzielnie przez roboty, ale mogą one w razie potrzeby wzywać pomocy człowieka. Wtedy patrolowanie będzie odbywać się wspólnie, a więc musi istnieć dostatecznie rozbudowana zdolność do interakcji i współpracy między maszyną a człowiekiem. Patrolowany obszar może również mieć zainstalowaną sieć czujników stacjonarnych i mobilnych.

Trzecią propozycją jest infrastruktura do oczyszczania miast lub jego fragmentów, w szczególności po imprezach masowych, takich jak wydarzenia kulturalne lub sportowe. Po takiej imprezie grupa robotów byłaby dyslokowana w rejonie wymagającym sprzątnięcia. W wersji bardzo uproszczonej może to być oczyszczanie sklepów wielkopowierzchniowych. W wersji bardziej złożonej byłoby to usuwanie barierek i śmieci po meczu piłkarskim. Można też sobie wyobrazić, że istnieje sieć statycznych lub mobilnych czujników wykrywająca, kiedy teren wymaga oczyszczenia. W razie potrzeby wzywane są ekipy robotów sprzątających.

4. Zadania badawcze i demonstratory technologii

Zakłada się, że program skoncentruje się na poniższych ogólnych zadaniach badawczych. Zadania te zostały wyodrębnione, ponieważ rozwiązanie związanych z nimi problemów badawczych stanowi klucz do urzeczywistnienia wizji, która jest przedmiotem tej propozycji. W wyniku realizacji poszczególnych zadań powstaną technologie wspomagające (enabling technologies) umożliwiające stworzenie zrobotyzowanych inteligentnych systemów usługowych wspomagających ludzi. Wspólnym celem będzie projektowanie i realizacja różnorodnych (i ważnych aplikacyjnie) typów usług. Wybór i wyspecyfikowanie istotnych typów usług, które znajdują szerokie zastosowania, będzie ważnym elementem programu.

4.1. Algorytmy przetwarzania i rozpoznawania obrazów

Przeważająca większość zwierząt wyższych pozyskuje informacje o stanie swego otoczenia dzięki wzrokowi. Nie ulega wątpliwości, że również w przypadku robotów wzrok będzie dominującym zmysłem. Przykładowymi problemami badawczymi są:

- Budowa modeli geometrycznych obiektów znajdujących się w środowisku
- Algorytmy szybkiego rozpoznawania obrazów dla celów wykorzystania w serwomechanizmach wizyjnych
- Dobór zestawu cech umożliwiających wiarygodną identyfikację klas obiektów
- Metody nienadzorowanej ekstrakcji cech z obrazów w zadaniach śledzenia i rekonstrukcji modelu sceny
- Metody autoidentyfikacji parametrów układów wizyjnych

4.2. Alternatywne do wizji źródła poznania środowiska

Oprócz wzroku zwierzęta wykorzystują również zmysły nie występujące u człowieka, które są równie doskonałym źródłem informacji o otoczeniu. Czujniki, które umożliwiają

techniczną realizację takich zmysłów to między innymi: skanery laserowe, czujniki podczerwieni oraz czujniki ultradźwiękowe. Przykładowymi problemami badawczymi są:

- Budowa modeli geometrycznych obiektów znajdujących się w środowisku
- Wykrywanie i lokalizacja obiektów
- Identyfikacja niegeometrycznych cech obiektów (waga, twardość, chropowatość, stan skupienia)
- Węch

4.3. Algorytmy rozpoznawania i syntezy mowy

Dla skutecznej i łatwej interakcji człowieka z robotem niezbędna jest komunikacja werbalna. W szczególności istotne jest opracowanie algorytmów rozpoznawania i syntezy mowy w języku polskim. Przykładowymi problemami badawczymi są:

- Synteza mowy o naturalnej prozodii (zamiana tekstu na głos)
- Rozpoznawanie mowy ciągłej
- Wyodrębnienie mówiącego z tła innych rozmów
- Skuteczne rozpoznawanie mowy niezależne od osoby
- Identyfikacja mówiącego

4.4. Algorytmy sterowania ruchem i interakcją z otoczeniem

Ruch efektorów (manipulatorów, platform mobilnych) wykonywany jest na podstawie pomiaru ich położenia oraz sił interakcji z otoczeniem. Przykładowymi problemami badawczymi są:

- Fuzja danych z czujników w celu realizacji ruchu
- Algorytmy sterowania układami wielowymiarowymi
- Algorytmy sterowania układami nieliniowymi
- Manipulacja dwuręczna
- Sterowanie manipulatorami mobilnymi
- Sterowanie pozycyjno-siłowe
- Algorytmy regulacji z dużymi opóźnieniami w pętli (np. wprowadzanymi przez przetwarzanie obrazów – serwomechanizmy wizyjne),
- Metody radzenia sobie z osobliwościami kinematycznymi,
- Budowa i identyfikacja modeli kinematycznych i dynamicznych robotów dla celu wykorzystania w sterowaniu (w szczególności radzenie sobie z tarcieniem),
- Systemy aktywnego tłumienia drgań w robotach mobilnych
- Analiza dynamiki układów biologicznych (np. wpływ opóźnienia na dynamikę)
- Architektury układów sterowania
- Metody identyfikacji parametrów modeli kinematycznych i dynamicznych robotów
- Metody identyfikacji parametrów układów oko-ręka lub oko-baza mobilna

4.5. Nawigacja i lokalizacja

Sprawne przemieszczanie się robota z unikaniem kolizji jest absolutnie niezbędne do realizacji prawie każdego zadania. Ponadto robot musi wiedzieć gdzie się znajduje. Potrzebna jest zarówno umiejętność tworzenia przez robota map środowiska jak i zdolność wykorzystania map dostarczonych z innych źródeł (istnieją już plany budynków i mapy miast w wersji cyfrowej – należy jednak posiadać wiedzę jak z nich korzystać). Przykładowymi problemami badawczymi są:

- Budowa map otoczenia na podstawie informacji sensorycznej
- Reprezentacja map
- Wykorzystywanie map do nawigacji
- Kojarzenie informacji semantycznej z powstającą mapą

4.6. Percepcja i kognitywistyka

Przekształcenie sygnałów pomiarowych uzyskanych z czujników na kontekstowo zależne rozumienie sytuacji jest podstawą sprawnego funkcjonowania w dynamicznie zmiennym otoczeniu. Celem jest obdarzenie robotów zdolnościami poznawczymi (interpretacja sygnałów sensorycznych i przypisanie im znaczenia, czyli problem kotwiczenia, a więc przypisania znaczenia symbolicznego danym pomiarowym) oraz umiejętnościami uczenia się i prowadzenia logicznego rozumowania, a przez to uczynienie ich zachowań inteligentnymi. Przykładowymi problemami badawczymi są:

- Fuzja informacji uzyskiwanej z różnorodnych czujników w celu rozpoznania sytuacji
- Szybkie algorytmy odkrywania znaczenia obiektów i relacji między nimi
- Interpretacja sytuacji
- Ontologie (kategorie modeli)
- Aktywna wizja (wykonanie ruchu w celu uzyskania odpowiedniej informacji zwiększającej wiarygodność postrzegania)
- Sieci semantyczne
- Rozumowanie w obliczu niepewnych lub wręcz sprzecznych danych,

4.7. Planowanie, zachowania elementarne i wspomaganie decyzji

Aby wykonać zlecone zadanie trzeba je zdekomponować na podzadania i odpowiednio uszeregować ich wykonanie w czasie. Trzeba również brać pod uwagę dostępność zasobów. Same podzadania stanowią zachowania elementarne robota. Przykładowymi problemami badawczymi są:

- Algorytmy planowania wykorzystujące dane z czujników – szybkie planowanie repetycyjne
- Plany współbieżne
- Definicja zachowań elementarnych
- Reaktywność – zdolność do szybkich reakcji na gwałtowne zagrożenia
- Harmonogramowanie
- Emergencja (wyłanianie się wynikowych zachowań złożonych z wielości zachowań prostych lub zespołowych)
- Zachowania grupowe
- Wykorzystanie istniejących zasobów wiedzy do podejmowania decyzji (np. wykorzystanie Internetu jako repozytorium wiedzy, z którego robot może czerpać informacje niezbędne mu do podjęcia decyzji odnośnie swego działania)

4.8. Bezpieczeństwo i autodiagnostyka

Użyteczny robot musi być przede wszystkim bezpieczny dla człowieka i otoczenia. Niestety w postulowanych systemach nie da się uzyskać bezpieczeństwa metodami wykorzystywanymi przez roboty przemysłowe, a więc poprzez wykluczenie człowieka z przestrzeni roboczej maszyny. Ponieważ robot ma współdziałać z człowiekiem, musi się znajdować w bezpośrednim jego otoczeniu. Przykładowymi problemami badawczymi są:

- Diagnostyka i autodiagnostyka robotów – zdolność układu sterowania do antycypacji i wykrywania awarii
- Opracowanie metod i oprogramowania do sterowania tolerującego uszkodzenia sensorów i efektorów robotów oraz sieci komunikacyjnej
- Zapewnienie bezpieczeństwa ludziom współdziałającym z robotem

4.9. Współdziałanie i inteligentne środowisko

Chcemy stworzyć inteligentne środowisko, którego elementami będą roboty, sieci sensoryczne oraz inne urządzenia współdziałające. Przykładowymi problemami badawczymi są:

- Współdziałanie z człowiekiem
- Sieci sensoryczne
- Techniki inteligencji kolektywnej do planowania i koordynacji działania grup robotów w niepewnym otoczeniu
- Zagadnienia koordynacji działania robotów poprzez zastosowanie niestandardowych metod podejmowania decyzji i głosowań, związanych z wyborem rozwiązań grupowego podejmowania decyzji, społecznego wyboru oraz rozwiązań tzw. zadania reprezentacji, a przede wszystkim osiągnięcia konsensusu
- Zagadnienia estymacji stanu na podstawie danych z wielu źródeł. Możliwość zbudowania środowiska rozproszonego oraz implementacja algorytmów estymacji w postaci scentralizowanej lub rozproszonej

4.10. Metody uczenia

Należy przyjąć, że postulowane systemy będą działały w wysoce nieprzewidywalnym środowisku. Trudno więc będzie na sztywno wprogramować im wszystkie reguły postępowania. Roboty będą musiały doskonalić swoje działanie, a więc uczyć się. Typowym przykładem jest dostosowywanie się do indywidualnych upodobań użytkownika. Przykładowymi problemami badawczymi są:

- Uczenie nadzorowane
- Uczenie nienadzorowane

4.11. Oprogramowanie powtórnego użycia do tworzenia układów sterujących robotami

Postulowane systemy służyć będą realizacji bardzo różnych zadań. Co więcej w ich skład będą wchodzić bardzo różnorodne urządzenia. Ta zmienność czyni koniecznym posiadanie odpowiednich narzędzi do tworzenia oprogramowania sterującego. Bardzo istotną cechą tego oprogramowania jest zdolność do jego powtórnego użycia (reuse). Inna cechą jest to, iż jest to oprogramowanie czasu rzeczywistego. Przykładowymi problemami badawczymi są:

- Programowe struktury ramowe dla robotyki
- Zapewnienie terminowości realizacji usług
- Metody inżynierii oprogramowania dla robotyki
- Specyfikowanie oprogramowania
- Weryfikacja poprawności

4.12. Protokoły do wykonywania złożonych usług i weryfikacja tych protokołów

Przykładowymi problemami badawczymi są:

- Modele środowisk wykonania usług (ontologie),
- Wspólny język opisu tych modeli służący również do opisu usług oraz formułowania zadań do wykonania w systemie
- Algorytmy do planowania wykonania zadań.
- Protokoły wyszukiwania usług i ich zestawienia (aranżacji) w przepływie prac.
- Protokoły do wykonania przepływów prac oraz reakcji na niepowodzenia – transakcyjność.

4.13. Narzędzia do tworzenia interfejsów usług

Przykładowymi problemami badawczymi są:

- Metody specyfikacji oprogramowania służącego do tworzenia i definiowania usług
- Narzędzia do tworzenia modelu środowiska wykonania usług

Ponadto zostaną uformowane trzy zadania mające doprowadzić do integracji opracowanych technologii wspierających oraz demonstracji ich użyteczności – stąd ich nazwa: demonstratory technologii. Wstępnie proponuje się następujące zadania:

4.A Opieka nad niepełnosprawnym

4.B Oczyszczanie miasta

4.C Patrowanie – w grupie, samodzielnie lub wspólnie z człowiekiem

Do instytucji zajmujących się demonstracją technologii będzie należał nadzór i odbiór od kierowników zadań badawczych wyników nadzorowanych przez nich prac. Ponadto do ich zadań będzie należało zgromadzenie i wykonanie brakującego sprzętu dla realizacji zadania demonstracyjnego. Należy się spodziewać, że demonstratorami technologii będą instytuty przemysłowe i partnerzy przemysłowi (dobrze by było żeby co najmniej jedna instytucja tego typu stanowiła trzon konsorcjum zajmującego się takim zadaniem).

Powyższe zadania badawcze i demonstracyjne będą traktowane jako pakiety robocze realizowane przez zawiązane konsorcja składające się z wielu instytucji badawczych. Opisów powyższych zadań badawczych nie należy traktować jako kompletnych i ostatecznych. Konstytuujące się konsorcja same zdefiniują szczegółowe listy problemów badawczych, które będą przedmiotem realizowanych prac.

5. Sposób tworzenia programu strategicznego

Aby stworzyć kompletną propozycję programu strategicznego należy niniejszą propozycję jak najszerszej rozpowszechnić w środowisku automatyków i robotyków oraz informatyków. Można ją potraktować jako specyfikację ogólnej strategii w zakresie badań nad automatyką i robotyką. Proponuje się, aby KAiR wezwał konsorcja do złożenia propozycji realizacji wymienionych w sekcji 4 zadań badawczych. Zakłada się, że każde z zadań będzie realizowane przez dwa konsorcja, ale oczywiście stosując alternatywne metody badawcze, oraz że każde z konsorcjów musi się składać z co najmniej trzech partnerów instytucjonalnych (ten warunek może zostać złagodzony w uzasadnionych przypadkach, tzn. wtedy kiedy zostanie wykazane, że tak dużego konsorcjum nie da się utworzyć z powodu braku kompetentnych lub chętnych partnerów). Niemniej jednak dąży się do przydzielania

funduszy najbardziej kompetentnym naukowcom, a nie ośrodkom naukowym. W interesie tworzącego konsorcjum jest wybranie jak najlepszych partnerów. Konsorcja składające się ze słabych naukowców nie będą wybrane. Podwojenie liczby konsorcjów realizujących pojedyncze zadanie ma na celu wprowadzenie wewnętrznego współzawodnictwa oraz zapobiec fiasku całego programu w przypadku porażki jednego z konsorcjów. Oczywiście nie wyklucza się w dalszej fazie realizacji programu jednoczesnego wykorzystania wyników osiągniętych przez oba konsorcja stanowiące parę. Selekcji konsorcjów musi dokonać KAiR albo grupa ekspertów powołana do tego celu przez KAiR. Na podstawie propozycji złożonej przez wyselekcjonowane konsorcja zostanie stworzony kompletny wniosek dla NCBR.

6. Organizacja programu strategicznego

Na czele programu badawczego będzie stał Koordynator. Będzie on sprawozdawał osiągnięte wyniki Komitetowi Sterującemu, składającemu się z przedstawicieli środowiska oraz zamawiającego program. Głównym zadaniem Komitetu Sterującego jest opiniowanie postępu prac. Do tego celu Komitet Sterujący może powoływać niezależnych ekspertów. Komitet Sterujący musi mieć środki finansowe na swoją działalność, które muszą być wyodrębnione w budżecie programu.

Koordynatorowi będą podlegali kierownicy zadań badawczych oraz demonstratorów technologii. Każde z zadań badawczych powinno być realizowane przez dwie niezależne grupy, starające się osiągnąć nakreślone cele alternatywnymi metodami. Tak więc każde z zadań będzie miało dwóch niezależnych kierowników. Kierownicy sami zestawiają konsorcja badawcze na etapie tworzenia wniosku o program strategiczny. Wymagane jest, aby w skład każdego takiego konsorcjum weszli przedstawiciele co najmniej trzech instytucji badawczych. Kierownicy zadań demonstracyjnych zamawiają u kierowników zadań badawczych odpowiednie technologie oraz oprogramowanie dla realizacji tworzonych przez nich systemów.

Wewnątrz konsorcjów grupy badawcze będą finansowane na zasadzie zapłaty za dostarczone dzieło. Niezbędne materiały i sprzęt finansowane będą z góry. Konsorcja nie wykazujące właściwych postępów w realizacji projektu mogą być eliminowane z dalszego finansowania. Na ich miejsce mogą być wybierane przez Komitet Sterujący nowe.