

Raport wewnętrzny PCSS nr RW-34/01

LABORATORIUM WIRTUALNE I TELEIMERSJA



Marcin Lawenda

Poznań, Wrzesień 2001
Copyright © PCSS

SPIS TREŚCI

<u>SPIS TREŚCI</u>	<u>2</u>
<u>1 WSTĘP</u>	<u>4</u>
<u>2 TELEIMERSJA</u>	<u>6</u>
2.1 GŁÓWNE ELEMENTY TELEIMERSJI	7
2.2 TWORZENIE TRÓJWYMIAROWEGO OBRAZU	8
2.3 UPOWSZECHNIENIE	8
<u>3 WIRTUALNE PROTOTYPOWANIE</u>	<u>10</u>
<u>4 WIRTUALNE WYKŁADY</u>	<u>11</u>
<u>5 WIRTUALNE LABORATORIA</u>	<u>12</u>
5.1 DEFINICJA	12
5.2 BUDOWA	12
5.3 PRZYKŁADY MOŻLIWYCH ZASTOSOWAŃ	13
<u>6 STATE OF ART.</u>	<u>15</u>
<u>7 NARZĘDZIA</u>	<u>17</u>
7.1 REALITY CENTER	17
7.2 CAVERNsoft G2	20
7.3 SYSTEM MOO	22
<u>8 WSTĘPNA KONCEPCJA</u>	<u>23</u>
8.1 CECHY, WYMAGANIA	23
8.2 STRUKTURA	24
8.3 INTERFEJS KLIENTA	25
8.4 SERWER APLIKACJI	25
8.5 SERWER URZĄDZENIA	25
8.6 WSPÓLPRACA Z INNYMI SYSTEMAMI	27
8.7 PROTOKÓŁ KOMUNIKACJI	28
8.8 BEZPIECZEŃSTWO	28
8.9 PROFILE DZIAŁAŃ	29
8.10 PORTAL WIRTUALNEGO LABORATORIUM	31
<u>9 ZAKOŃCZENIE</u>	<u>34</u>

<u>A. DODATEK – OPIS AKTUALNYCH PROJEKTÓW</u>	<u>35</u>
9.1 SERWISY POLSKIE	35
9.2 SERWISY ZAGRANICZNE	35
<u>LITERATURA</u>	<u>36</u>

1 WSTĘP

Ciągły postęp technologiczny otwiera przed nami coraz to nowe perspektywy. Wzrost mocy obliczeniowej maszyn, szybkości łączy oraz możliwości programów komputerowych pozwalają na tworzenie coraz to nowych zastosowań ułatwiających człowiekowi pracę oraz zwiększających jego możliwości i łatwość tworzenia. Powstające programy umożliwiają nie ruszając się z domu zwiedzanie wirtualnych muzeów, ciekawych budowli architektonicznych, spacerowanie po miejscach, po których byłoby to z różnych powodów niemożliwe (np. odległość, koszty wyprawy, zagrożenie dla życia) czy też robienie rzeczy, na które w rzeczywistości nie moglibyśmy sobie pozwolić (np. z braku odpowiedniego specjalizowanego sprzętu). Do najbardziej znanych i coraz częściej wykorzystywanych dobrodziejstw Internetu i rzeczywistości w nim stworzonej należy po prostu zrobienie zakupów bez ruszania się z domu. Obecne możliwości pozwalają nie tylko na zobaczenie kupowanego towaru, ale również na dowolne jego obrócenie (obrazy 3D), powąchanie (dzięki specjalnym generatorom zapachu) czy nawet dotknięcie (z pomocą specjalnej rękawicy). Wirtualna rzeczywistość otwiera przed nami możliwości bardzo dużego rozwoju. Możemy ją wykorzystywać w celach rozrywkowych, do załatwiania codziennych spraw lub coraz częściej również do kształcenia się i podnoszenia swoich kwalifikacji.

Koncepcja wirtualnego laboratorium należy właśnie do tej ostatniej grupy. Głównym celem tworzenia takich laboratoriów jest ułatwienie i przyspieszenie kształcenia, wymiana poglądów, prowadzenie wspólnych badań, a w końcu zdalne, fizyczne udostępnienie zasobów aparaturowych centrów naukowych. Idea ta jest szczególnie atrakcyjna dla nauk doświadczalnych i technologii, a w szczególności: fizyki, chemii, biologii strukturalnej, medycyny doświadczalnej czy wreszcie inżynierii w szerokim tego słowa znaczeniu [1],[2]. Koncepcja wirtualnego laboratorium, mimo znaczących kosztów jej opracowania, jest rozwiązaniem przyszłości dla środowisk o ograniczonych zasobach aparaturowych. Jest jedyną drogą szerszego otwarcia bram nauki na potrzeby społeczeństwa w sferze edukacji i specjalizacji zawodowej w dziedzinach najnowszych technologii.

Empiryczne poznanie zjawisk zachodzących podczas pewnych procesów np. chemicznych lub fizycznych umożliwia ich dokładniejsze i szybsze zrozumienie. Użytkownik sam sterując zachodzącym procesem uczy się zasad tam panujących. Dobierając parametry może obserwować, jaki skutek wywołuje ich zmiana.

Nauka prowadzona za pomocą komputera w domu jest coraz bardziej popularnym sposobem zdobywania wiedzy. Coraz więcej uczelni angażuje się w ten sposób nauczania. Może on być traktowany jako podstawowa forma zdobywania wiedzy lub sposób uzupełniania wiedzy zdobywanej w sposób tradycyjny.

Prace w zakresie tworzenia laboratoriów wirtualnych [2,3,4] mają istotne znaczenie dla rozwoju różnych dyscyplin naukowych, gdyż przyspieszają one proces kształcenia, umożliwiają prowadzenie wspólnych badań oraz zdalne udostępnianie unikatowej aparatury badawczej.

Realizacja zadania umożliwi naukowcom i inżynierom pracę nad ich projektami poprzez zdalne symulowanie zdarzeń, interpretacje danych eksperymentalnych, a w określonych przypadkach, wykonywanie realnych eksperymentów w przystosowanym do tego laboratorium aparaturowym. Wspólną platformą tego przedsięwzięcia jest optymalne wykorzystanie nowoczesnej Technologii Informacyjnej w oparciu o internet optyczny.

Rozwój laboratorium wirtualnego otworzy w przyszłości możliwość zdalnego dostępu osoby zainteresowanej (z poziomu stacji roboczej lub PC NT) do realnego eksperymentu z wykorzystaniem drogich przyrządów i z udziałem personelu laboratorium NMR. Za pomocą

ogólnej warstwy oprogramowania, uzyskane wyniki eksperymentalne będą dawały możliwość opracowania takich danych jak: ustalenie struktury badanych związków, dostęp do obliczeń wielkiej skali, wizualizacji, oraz możliwość komunikacji wizualnej pomiędzy grupami roboczymi.

2 TELEIMERSJA

Teleimersja jest nowym medium, syntezą wideokonferencji i rzeczywistości wirtualnej, umożliwiającą ludziom oddalonym o tysiące kilometrów kontakt tak naturalny, jakby byli w tym samym pokoju. Teleimersja jest sztandarową aplikacją konsorcjum Internet2. Wymaga ona olbrzymich mocy obliczeniowych i superszybkich sieci.

Już w 1965 roku Ivan Sutherland, powszechnie uznawany za ojca grafiki komputerowej, zaproponował coś, co nazwał “obrazowaniem doskonałym”. Dzięki niemu użytkownik miałby wrażenie przebywania w rzeczywistym otoczeniu, które jednak byłoby całkowicie tworzone przez komputer. Sutherland nazwał to “światem wirtualnym”. Po raz pierwszy terminu „teleimersja” użył Allan H. Weis, jeden z twórców NSFnet. Przewodził on fundacji Advanced Network and Services, która zarządzała biurami projektów Internet2. Uważał on teleimersję za najważniejsze zastosowanie szybkiej sieci. Zaproponował on Jaronowi Lanier utworzenie organizacji National Tele-immersion Initiative i objęcie nad nią nadzoru naukowego.

Teleimersja to nowy sposób kontaktów międzyludzkich możliwy dzięki technikom cyfrowym. Daje ona złudzenie, że człowiek przebywa w tym samym pomieszczeniu, co osoby, które w rzeczywistości znajdują się tysiące kilometrów od nas. Łączy ona techniki wizualizacji oraz interakcji z otoczeniem – charakterystyczne dla rzeczywistości wirtualnej – z nowymi osiągnięciami wizualizacyjnymi, które wychodzą poza tradycyjne możliwości kamer wideo. Zamiast obserwować uczestników i ich otoczenie z jednego tylko punktu, stanowiska teleimersji przedstawiają człowieka jako “ruchomą rzeźbę”. Nie wyróżnia się żadnego punktu obserwacji, co powoduje, że wszyscy uczestnicy znajdują się pozornie w tej samej przestrzeni i postrzegają ją tak samo, tak jak naprawdę wygląda.

Teleimersja została pomyślana nie tylko jako medium pozwalające udoskonalić wideokonferencje, lecz także jako idealne narzędzie do rozwijania nowatorskich technik telekomunikacyjnych; szczególnie dla Internet2 (konsorcjum zajmującego się zaawansowanymi technikami teleinformatycznymi w USA). Jeśli sieć może obsłużyć teleimersję, to zapewne podoła każdemu innemu zadaniu, gdyż oprócz tradycyjnych wymagań, takich jak szybki i niezawodny przepływ danych, warunkiem sukcesu tej aplikacji są bardzo małe opóźnienia w przekazywaniu informacji (ponadto opóźnienia nie mogą się zmieniać w trakcie transmisji).

Naczelną zasadą teleimersji jest to, że każdy z uczestników musi mieć własny punkt widzenia na modelowany świat. Ten punkt widzenia musi być generowany dla każdego oka oddzielnie, co w efekcie daje złudzenie perspektywy. Uczestnicy wspólnej sesji powinni mieć możliwość poruszania się, tak więc punkty widzenia ciągle się zmieniają.

Scena powinna być rejestrowana w sposób nie wyróżniający żadnego punktu (inaczej niż przez kamerę, która filmuje scenę z określonej pozycji). Każde miejsce, wraz z ludźmi i przedmiotami tam się znajdującymi, musi być obserwowane ze wszystkich stron naraz i przedstawiane jako “ruchoma, trójwymiarowa rzeźba”. Każde ze zdalnych stanowisk otrzymuje pełną informację niezbędną do wytworzenia obrazów dla obu oczu użytkownika. Zbieranie informacji musi być tak szybkie, aby działało to w czasie rzeczywistym, z opóźnieniem, co najwyżej ułamek sekundy. Modeluje się wtedy awatarę uczestnika z taką częstotliwością, że powstaje złudzenie ciągłego ruchu. Zaczynamy mieć złudzenie ruchu, kiedy obrazy pojawiają się w tempie około 12.5 klatek na sekundę, ale złudzenie staje się pełne dopiero przy 25 klatkach na sekundę, a lepiej stosować jeszcze większe częstotliwości.

Kontury poruszających się uczestników oraz przedmiotów można rejestrować na wiele różnych sposobów. Już w 1993 roku Henry Fuchs z University of North Carolina w Chapel Hill zaproponował metodę zwaną morzem kamer. Porównuje się w niej obrazy z wielu

kamer. W typowych scenach z udziałem ludzi jest dużo szczegółów widocznych z więcej niż jednej kamery, jak na przykład fałda na swetrze. Porównując komputerowo obrazy tych samych szczegółów z różnych kamer, można utworzyć trójwymiarowy model danej sceny.

Jednak może kamer okazuje się nie wystarczające w sytuacji, gdy trzeba przekazać obraz pustej, jednolitej przestrzeni (np. białej ściany, czoła człowieka). Człowiek interpretując taki obraz posługuje się informacją kontekstową, natomiast kamera cyfrowa może zinterpretować przykładową białą ścianę jako nieskończenie głęboką, białą przepaść. Antidotum na ten problem wymyślili naukowcy z Chapel Hill, którzy opracowali nową, obiecującą metodę - ISL (Imperceptible Structural Light – niedostrzegalne światło strukturalne). Rozwiązanie jest wzorowane na działaniu zwykłej świetlówki, której światło miga 50 razy na sekundę, a więc tak często, że oko tego nie dostrzega. Podobnie ISL wydaje się ciągłym, białym światłem, ale w rzeczywistości są to szybkozmienne przebiegi rastrujące, widoczne tylko dla wyspecjalizowanych, zsynchronizowanych kamer. Standardowe wzory rzutowane przez ISL wyświetlane są na gładkich powierzchniach, co pozwala zespołowi kamer odtworzyć geometrię sceny.

2.1 GŁÓWNE ELEMENTY TELEIMERSJI

2.1.1 Niedostrzegalne światło strukturalne

Jest ono odbierane przez ludzkie oko jak zwykle białe światło, ale w rzeczywistości to krótko wyświetlane różne desenie, umożliwiające komputerowi lokalizację obszarów pozbawionych szczegółów, na przykład czoła.

2.1.2 Morze kamer

Ukryte kamery wideo obserwują scenę z różnych punktów, co umożliwia wytworzenie jej trójwymiarowego modelu. Kamery można umieścić za otworami w ekranie, tak jak na ilustracji, albo na suficie, jednak wtedy ekran musi selektywnie odbijać światło.

2.1.3 Wirtualne lustro

Użytkownik może sprawdzić, jak go postrzegają inni, na urządzeniu zwanym wirtualnym lustrem. W przyszłości będzie istniała możliwość zmiany wyglądu np. pewna osoba będzie chciała być bardziej elegancko ubrana niż jest w rzeczywistości, ze względu na rangę spotkania.

2.1.4 Wirtualne przedmioty

Symulowane obiekty pojawiają się w wirtualnej przestrzeni pomiędzy uczestnikami sesji teleimersyjnej. Można nimi manipulować, tak jakby były rzeczywistymi przedmiotami. Badania w ramach prac objętych National Tele-immersion Initiative dotyczą także technik integracji wirtualnych przedmiotów wytworzonych przez uczestników sesji używających różnego, niezgodnego ze sobą oprogramowania.

2.1.5 Ekran

Dzisiejsze prototypy wyświetlają dwa nakładające się obrazy o różnej polaryzacji światła i wymagają noszenia polaryzujących okularów, tak aby każde oko widziało inny obraz. W przyszłości technika ta zostanie zastąpiona przez wyświetlacze autostereoskopowe, które będą wysyłać do każdego oka odpowiedni obraz, eliminując konieczność zakładania specjalnych okularów.

2.1.6 Przepływ informacji

Teleimersja wymaga dużych mocy obliczeniowych i szerokopasmowej sieci. Po stronie nadawcy równolegle pracują procesory przetwarzające obrazy z kamer wideo w trójwymiarowy model sceny. Natomiast po stronie odbiorcy generowane są obrazy, jakie powinno widzieć każde oko uczestnika, na podstawie danych otrzymanych z modelu wytworzonego po stronie nadawczej. Proces ten jest powtarzany wiele razy na sekundę, aby uwzględnić ruchy głowy.

2.2 TWORZENIE TRÓJWYMIAROWEGO OBRAZU

Proces tworzenia trójwymiarowego obrazu, który następnie jest przesyłany do odbiorcy składa się z następujących etapów:

- Zestaw kamer wideo obserwuje uczestników i ich otoczenie z różnych punktów. Każda kamera rejestruje wiele obrazów na sekundę.
- Obrazy są grupowane w pokrywające się częściowo podzbiory trzech obrazów.
- Dla każdej trójki komputer oblicza “mapę niezgodności” odzwierciedlającą różnice między obrazami z kamer. Różnice te są przeliczane na odległości od płaszczyzny odniesienia. Na tej podstawie tworzy się “płaskorzeźbę” obserwowanej sceny.
- Powyższe dane są podstawą do stworzenia chwilowego modelu trójwymiarowego całej sceny, który już nie zależy od punktu obserwacji. W trakcie tych obliczeń można zredukować szum i przekłamania.

2.3 UPOWSZECHNIENIE

Istotną kwestią w teleimersji jest minimalizacja czasu oczekiwania (opóźnień). Będą konieczne do tego duże moce obliczeniowe, aby móc stosować algorytmy predykcyjne. Sygnały rozchodzą się we włóknie optycznym z prędkością około 2/3 prędkości światła w próżni. Tak więc sygnał potrzebuje 25–50 ms, by przebiec światłowodem przez całe Stany Zjednoczone. Do tego dochodzą inne opóźnienia spowodowane na przykład przełączaniem sygnałów przez routery.

Niektóre ważne aspekty wirtualnego świata wymagają, by opóźnienia nie przekraczały właśnie 30–50 ms. Większe powodują zmęczenie i dezorientację, utratę poczucia przestrzeni, a w najgorszym przypadku – nudności. Nawet posługując się najszybszymi komputerami, będziemy musieli używać algorytmów predykcyjnych, aby skompensować efekt opóźnień spowodowanych przesyłaniem sygnału na duże odległości.

Najważniejszym czynnikiem jest przepustowość sieci. Wymagania zależą od złożoności sceny i od rodzaju jej zastosowania – im bardziej złożona scena, tym większa przepustowość. Można założyć, że większość sceny, a w szczególności tło, nie zmienia się i nie trzeba przysyłać informacji o niej w każdym obrazie. Dane opisujące człowieka siedzącego za biurkiem, bez szczegółów otoczenia, przesyłane z niewielką prędkością dwu klatek na sekundę, wymagają przepustowości sieci rzędu 20 Mb/s, ale czasem trzeba nawet 80 Mb/s. Jednak z czasem wymagania te zmniejszą się, gdyż wprowadza się lepsze techniki kompresji danych. Każda stacja teleimersji uczestnicząca we wspólnej sesji musi otrzymywać dane od wszystkich innych, tak więc wymagania należy odpowiednio zwielfokrotnić. Połączenia sieciowe o przepustowości 155 Mb/s wystarczają do ustanowienia trójstronnej sesji przy niewielkiej częstotliwości obrazów.

Przewiduje się, że w ciągu najbliższych pięciu lat technologia ta na tyle zostanie dopracowana i stanie się, że będzie jej można używać w ograniczonym zakresie, a do powszechnego użytku wejdzie już za lat 10. Wtedy to, w wielu przypadkach, może ona nawet zastąpić podróże służbowe.

Obecni członkowie zespołu teleimersji:

- UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA W CHAPEL HILL: Henry Fuchs, Herman Towles, Greg Welch, Wei-Chao Chen, Ruigang Yang, Sang-Uok Kum, Andrew Nashel, Srihari Sukumaran www.cs.unc.edu/Research/stc/teleimmersion/
- UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA: Ruzena Bajcsy, Kostas Daniilidis, Jane Mulligan, Ibrahim Volkan Isler www.cis.upenn.edu/~sequence/teleim2.html
- BROWN UNIVERSITY: Andries van Dam, Loring Holden, Robert C. Zeleznik www.cs.brown.edu/~ish/telei.html
- ADVANCED NETWORKS AND SERVICES: Jaron Lanier, Amela Sadagic www.advanced.org/teleimmersion.html

3 WIRTUALNE PROTOTYPOWANIE

Jedną z największych bolączek polskich wynalazców jest długa i wyboista droga "od pomysłu do przemysłu". Od chwili teoretycznego opracowania jakiegoś rozwiązania do momentu stworzenia prototypu, nie wspominając o wdrożeniu go do produkcji, mija nierzadko kilka lub nawet więcej lat.

W procesie projektowania trzeba szybko przeprowadzić wiele różnych analiz dla dużej liczby dopuszczalnych rozwiązań. Obecnie jest to możliwe dzięki dostępności nowych technik komputerowego wspomaganie, głównie tzw. technik skracających czas, do których w szczególności należą właśnie wirtualne oraz szybkie prototypowanie.

Wirtualne prototypowanie, które może być jednym z zastosowań wirtualnego laboratorium, pozwala na wykonanie precyzyjnego modelu komputerowego danego projektu, a szybkie prototypowanie na natychmiastowe wykonanie trójwymiarowego prototypu ze specjalnej żywicy epoksydowej. Dzięki temu projektant będzie w stanie od razu ocenić, czy dany wyrób będzie spełniał wszystkie założone kryteria i wymagania, na przykład czy jest ergonomiczny.

Do wykonywania "szybkich prototypów" stosuje się obecnie kilka technologii. Wielokrotne tworzenie i poprawianie prototypu przy zastosowaniu tych technologii jest znacznie przyspieszone, co znacznie zmniejsza niezbędne nakłady finansowe. Szacuje się, że koszt wytworzenia prototypu metodami zaliczanymi do technik szybkiego wykonywania jest co najmniej dziesięciokrotnie mniejszy od kosztu tworzenia prototypów metodami tradycyjnymi. Natomiast czas budowy prototypu zmniejsza się od 70 nawet do 90 procent. W zależności od stopnia skomplikowania na wykonanie projektu może wystarczyć nawet kilka godzin.

W krajach wysoko rozwiniętych technologia ta znalazła największe zastosowanie w przemyśle środków transportu - zarówno drogowego, jak i kolejowego, a także w przemyśle lotniczym i kosmicznym. Stosowana jest również z powodzeniem w przemyśle elektroniki użytkowej oraz gospodarstwa domowego i sprzętu biurowego. Bardzo przydatna okazuje się też przy projektowaniu implantów medycznych.

W Polsce technologii tej prawie zupełnie się nie stosuje. Główną barierą są niebagatelne koszty niezbędnego do tego sprzętu i oprogramowania. Jedyne znane rozwiązanie tego typu powstało w [Instytucie Mechaniki i Konstrukcji](#) Politechniki Warszawskiej (IMK). Utworzono tam „Laboratorium Wirtualnego i Szybkiego Programowania”. Do uruchomienia podobnej placówki przygotowuje się Politechnika Wrocławska. IMK pomaga małym i średnim przedsiębiorstwom w pracach rozwojowych nad nowymi wyrobami. Wirtualne prototypowanie zdaje egzamin zarówno w przypadku rozwiązań architektonicznych, jak i zwykłych, technicznych. IMK współpracuje między innymi z Instytutem Techniki Uzbrojenia i Instytutem Wzornictwa Przemysłowego ASP oraz z wieloma innymi firmami. Laboratorium Wirtualne działa w Instytucie już od trzech lat i skorzystało z niego wiele firm. Bardzo drogi sprzęt do szybkiego prototypowania jest w posiadaniu Instytutu od kilku miesięcy.

4 WIRTUALNE WYKŁADY

Pomimo oczywistych zalet WWW jest to nadal relatywnie pasywny mechanizm przekazywania wiedzy. Alternatywa aktywnego uczenia jest syntezą środowiska gdzie uczniowie mogą doświadczać swojej edukacji w sposób „nauka poprzez doświadczenia”. Wirtualne wykłady można zaimplementować w stylu muzeum badawczego, w którym odbywa się wycieczka zaprojektowana jako kurs zgodny z planem zajęć. Student jest zapraszany do samodzielnego eksplorowania przestrzeni eksponatów. Prezentowane są tam pojęcia z danej dziedziny oraz demonstrowane w praktyce. Student może manipulować w interaktywny sposób wykonywanymi doświadczeniami i poznawać zasady, jakich ma się nauczyć.

Wirtualne wykłady są realizowane w środowisku MOO [29,30] . MOO to rozwinięcie od skrótu Object Oriented MUD, gdzie MUD to Multi User Domain. Najbardziej powszechnym zastosowaniem tego środowiska są gry, w których gracz wciela się w określone role bohaterów. MOO jest stosowana także do budowy całych wirtualnych światów z pokojami, po których poruszają się gracze. W naszym przypadku pokój w MOO odpowiada stronie internetowej. W momencie, gdy student wejdzie do pokoju jest prezentowana pewna ilość tekstu w analogiczny sposób jak na stronie WWW. Wyjścia z pokoi są odpowiednio zaznaczone i student przechodzić przez muzeum w ten sam sposób jak po stronach WWW. Korzystanie z MOO jest inne niż przeglądanie stron internetowych, system MOO jest bardziej interaktywny. MOO pozwala na interakcję pomiędzy studentami, pomiędzy studentem a otoczeniem oraz pomiędzy studentem a programowym agentem. Używając MOO możemy zwiększyć możliwości internetowych dokumentów hipertekstowych wykorzystując je w wirtualnych wykładach. Jeżeli kilku studentów i/lub wykładowca znajduje się w tym samym pokoju to możliwe jest nawiązanie dyskusji np. na temat materiału, jaki jest prezentowany w tym pokoju. Konwersacja może być publiczna lub odbywać się tylko pomiędzy dwoma osobami w pokoju.

Specyficznym przykładem wirtualnych wykładów jest system „Programming Land MOO” realizowany na Valley City State University. Ma on na celu naukę programowania w języku C++. Student uczestniczący w wirtualnych wykładach jest zapraszany do przechodzenia przez kolejne pokoje gdzie jest zapoznawany z zasadami programowania. Poszczególne reguły są prezentowane w praktyce, student może manipulować parametrami i obserwować skutki tego.

Wirtualne wykłady nie eliminują narzędzia, jakimi są strony internetowe, ale oba rozwiązania uzupełniają się nawzajem. Strony internetowe zawierają ogólne informacje na temat zawartości kursu, odniesienia do literatury, źródła programów omawianych na zajęciach, odpowiedzi do testów i programy zajęć. Dzięki przeglądarkom internetowym w o wiele łatwiejszy sposób pobierzemy z Internetu rozmaite dokumenty niż za pomocą jakiegokolwiek klienta MOO. Chociaż strony internetowe są o wiele łatwiejsze w administrowaniu to jednak Wirtualne Wykłady dużo lepiej nadają się do prowadzenia szkoleń.

5 WIRTUALNE LABORATORIA

5.1 DEFINICJA

Wirtualne laboratorium jest heterogenicznym, rozproszonym środowiskiem, które umożliwia grupie naukowców znajdujących się w różnych miejscach na świecie wspólną pracę nad wspólną grupą projektów. Podobnie jak każde inne laboratorium narzędzia i techniki są specyficzne dla dziedziny nauki. Pomimo połączenia z pewnymi aplikacjami teleimersji, wirtualne laboratorium nie zakłada a priori potrzebę dzielenia środowiska pracy.

5.2 BUDOWA

Komponenty wirtualnego laboratorium mogą zawierać różne komponenty w zależności od tego, do jakiego typu eksperymentów będzie używane. Możemy tutaj wyróżnić elementy wspólne, które mogą lub nawet powinny występować w każdej konfiguracji laboratorium i takie, które są specyficzne dla pewnego typu laboratoriów.

Zazwyczaj częścią wspólną wszystkich laboratoriów jest dostęp przez Internet, najczęściej jest to pewien rodzaj portalu. Takie rozwiązanie sprawia, że główny warunek wirtualnego laboratorium, jakim jest dostępność z każdego miejsca na ziemi, jest spełniony.

Kolejny element to maszyna obliczeniowa (serwer komputerowy) będący w stanie poradzić sobie z symulacjami wielkiej skali i redukcją danych. Przykład dotyczy regionalnych centrów obliczeniowych, bardzo szybkich o dużej przepustowości sieci komputerowych, systemów o dużej wydajności w uniwersyteckich kampusach oraz w korporacjach i instytucjach rządowych.

Bazy danych zawierające informacje specyficzne dla poszczególnych aplikacji takich jak symulacje początkowe, warunki graniczne, obserwacje eksperymentalne, wymagania klienta, ograniczenia produkcyjne podobnie jak rozproszone specyficzne dla aplikacji zasoby takie jak repozytoria genomu ludzkiego. Zawartość tych baz danych może się zmieniać dynamicznie oraz mogą to być bazy rozproszone. Należy zakładać, że będą one posiadały bardzo duże ilości informacji.

Instrumenty naukowe związane z sieciami komputerowymi. Przykładowo mogą to być dane satelitarne, czujniki wstrząsów ziemi oraz zanieczyszczenia powietrza, narzędzia astronomiczne takie jak rozproszone radiowe pomieszczenia astronomiczne uruchomione przez National Radio Astronomy Observatory)

Narzędzia do współpracy i porozumiewania się. Zaliczamy do nich chat, systemy przekazujące dźwięk, wideokonferencje i teleimersję.

Oprogramowanie. Każde wirtualne laboratorium jest oparte na specjalizowanym oprogramowaniu do wykonywania symulacji, analizy danych, odkrywania i redukowania oraz wizualizacji. Większość tego oprogramowania była oryginalnie przeznaczona dla maszyn nie podłączonych do sieci. Obecnie bardzo popularny jest proces analizy, w jaki sposób te narzędzia mogą być wkomponowane w heterogeniczną sieć komputerową zawierającą programy, które mogą być skalowane w celu rozwiązywania nowych problemów.

Z punktu widzenia wirtualnego laboratorium a szczególnie narzędzi do komunikacji typu teleimersja krytycznym parametrem jest tutaj opóźnienie. Dlatego też multi-dyscyplinarne centrum przetwarzania (obliczeń) powinno być ściśle powiązane z dostępem do sieci szerokopasmowej. Wskazane byłoby również powiązanie komputerowego systemu szeregowania zadań z usługami rezerwacji przepustowości. Kolejnym krytycznym parametrem to protokoły multikastowe i niezawodność technologii we współpracy z naturą (specyfiką)

eksperymentów w wirtualnym laboratorium, gdzie ludzie, zasoby i obliczenia są bardzo rozproszone. Strumienie danych (informacji) w tych eksperymentach mogą być kombinacją głosu(dźwięku), video, danych dostarczanych w czasie rzeczywistym z urządzeń badawczych oraz potężnej dawki danych ze źródeł symulacji i wizualizacji.

Aplikacje muszą zapewniać dostęp do danych z wielu heterogenicznych źródeł informacji. Dla przykładu, mogą one pochodzić bezpośrednio z danych eksperymentalnych opartych o wykorzystanie aparatury naukowej jak również z programów symulacyjnych. Podstawowym źródłem informacji, szczególnie ważnym dla burzliwie rozwijającej się bioinformatyki, która w dobie sekwencjonowania genomów z różnych organizmów, w tym człowieka, staną się systemy pamięci masowych. Mogą one być oparte zarówno o olbrzymie, dedykowane dla celów badawczych bazy danych, posadowione w krajowych centrach komputerowych, jak i te udostępnione przez naukowców z ich personalnych stacji roboczych i PC. Przetwarzanie danych będzie sterowane i monitorowane przez indywidualnego eksperymentatora lub rozproszony, pracujący we własnych laboratoriach zespół badawczy, dzięki możliwościom oferowanym przez laboratorium wirtualne.

Proponowana przez autora architektura wirtualnego laboratorium została zaprezentowana w rozdziale 8. Jest to tylko ogólny zarys, który będzie pewnym poziomem wyjściowym do dalszej dyskusji na temat szczegółów budowy wirtualnych laboratoriów.

5.3 PRZYKŁADY MOŻLIWYCH ZASTOSOWAŃ

W rozdziale tym przedstawionych jest kilka propozycji mówiących o potrzebie budowy pewnego ogólnego rozwiązania, które umożliwi realizację wirtualnych laboratoriów, które będzie można zastosować w wielu dyscyplinach naukowych. W każdym z poniżej prezentowanych przypadków zastosowanie zdalnego dostępu do różnego rodzaju urządzeń w znacznym stopniu ułatwiłoby pracę naukowcom i projektantom.

GCCC (The Grand Challenge Computational Cosmology Consortium) to grupa astronomów i naukowców informatyków teoretyków, którzy wspólnie zajmują się badaniem początków świata i pojawieniem się struktur wielkiej skali. W grupie tej znajdują się naukowcy z University, NCSA, Princeton, MIT, UC-SC oraz z Pittsburgh Supercomputer Center. Ich praca wymaga zaawansowanych symulacji, w które zaangażowanych jest wiele współpracujących ze sobą superkomputerów, duże bazy danych wyników symulacji, rozległe wizualizacje, które demonstrują ewolucje gwiazd i galaktyk oraz repozytorium oprogramowania zajmującego się obliczeniami i przetwarzaniem otrzymanych danych. Ważnym aspektem wspólnych eksperymentów jest współpraca osób znajdujących się w różnych strefach czasowych. Każdy z zespołu jest ekspertem od poszczególnego modułu symulacji, analizy danych i wizualizacji. Grupa naukowców musi współdzielić widok symulacji i interaktywnie nią sterować.

Inny przykład o profilu multidyscyplinarnym, wytwarzający pewien produkt. W tym przypadku firma zajmująca się produkcją dużego i skomplikowanego produktu, takiego jak samolot musi być zdolna do kierowania procesem symulacji interaktywnie z danymi projektowymi zawierających techniczne i wykonawcze specyfikacje. Symulacje i projektowanie mogą wymagać równoczesnego dostępu do setek obliczeń pomocniczych, które są dostarczane podwykonawców z innego miejsca. Wynik jest „multi-dyscyplinarną optymalizacją” gdzie większość efektywnych i bezpieczniejszych produktów może być tworzonych zgodnie ze specyfikacją klientów.

Trzecim przykładem jest system przewidywania pogody, który zawiera dane satelitarne, dużą liczbę wejściowych sensorów oraz dużą liczbę symulacji dla krótkiego i średniego okresu przewidywania. Różnicą (odmianą) w tym przypadku jest przewidywanie jakości powietrza poprzez wirtualne laboratorium, które łączy model pogody z modelem cyrkulacji

oceanów i chemicznymi zanieczyszczeniami z danymi z sensorów umieszczonymi na ziemi i w powietrzu. W każdym laboratorium lokalni naukowcy mogą sugerować, biorąc pod uwagę obecne warunki, kiedy wyłączyć tymczasowo pewne typy produkcji przemysłowej w celu uniknięcia potencjalnego kryzysu związanego z jakością powietrza. Idea wirtualnych laboratoriów jest rozważana w wielu innych dyscyplinach włączając w to: biologię obliczeniową, radio-astronomię, produkcję leków oraz inżynierię materiałową.

6 STATE OF THE ART.

W punkcie tym zostało opisanych kilka projektów badawczych prowadzonych obecnie na świecie i związanych z pracami nad wirtualnym laboratorium.

Eksperymenty sieci I-Way wykonane na krajową skalę podczas Supercomputing-95 dostarczyły pierwszych testów infrastruktury dla wirtualnego laboratorium. Wyniki tych prób udowodniły, że koncepcja jest elastyczna oraz to, że możliwe jest osiągnięcie realnych wyników naukowych w takim środowisku.

Wynikiem testów I-Way jest kilka rozpoczętych projektów, których celem jest opracowanie poziomu aplikacyjnego infrastruktury programowej. Projekty te zawierają projekt ARPA Globus[33], DOE Legion [34] oraz projekt Gigabit CORBA. Tworzona jest także pewna liczba narzędzi programowych, które będą korzystały z tej pojawiającej się infrastruktury i pomagała programistom projektować i tworzyć aplikacje, które będą wykorzystywane w Internecie². Ten zakres narzędzi od zarządzania zasobami sieciowymi i programami szeregującymi systemów operacyjnych do rozproszonych obiektów systemowych, które umożliwią rozszerzyć obecny model klient-serwer do poziomu wymaganego dla modelu obliczeń wymaganego dla laboratorium wirtualnego.

Przykładami rozwiązań w zakresie Wirtualnego Laboratorium są: National Tele-immersion Initiative (wspólny projekt 12 uniwersytetów amerykańskich) [16], Tele-immersion Data Exploration Environment (TIDE) [6], projekt laboratorium wirtualnego w University of Amsterdam dedykowany dla fizyki doświadczalnej, bioinformatyki i inżynierii systemowej.

Inicjatywa teleimersji NTII (National Tele-Immersion Initiative) jest projektem 12 amerykańskich uniwersytetów. Początkowo celem eksperymentu było uruchomienie Internetu 2, czyli eksperymentalnej sieci o dużej przepustowości. W późniejszym okresie na bazie istniejącej sieci powstały pierwsze zastosowania. W wyniku tego powstała koncepcja aplikacji, która ludziom będącym w oddalonych od siebie miejscach stwarza iluzję przebywania w tym samym pomieszczeniu. (Jaron Lanier - przewodniczący inicjatywy NTII; [9]). University of Illinois at Chicago ([10]) Tele-Immersive Data Exploration environment (TIDE) - struktura mająca za zadanie ułatwiać rozwijanie i tworzenie środowisk interaktywnych służących do wizualizacji dużych zbiorów danych dla wielu użytkowników w tym samym czasie.

Narzędzia do wysokowydajnej kooperacji opartej na teleimersji. CAVERNsoft G2 jest oprogramowaniem typu Open Source służącym do budowania aplikacji sieciowych ukierunkowanych na przetwarzanie o wysokiej przepustowości. Bardziej szczegółowy opis można znaleźć w punkcie 7.2.

ICE-R, projekt mający na celu zbudowanie nowego środowiska typu Virtual Reality. Jest on rozwijany w HPC Stuttgart [12].

Projekt laboratorium wirtualnego ICES/KIS (Uniwersytet Amsterdam, [13]) jest dedykowany dla trzech dyscyplin laboratoryjnych: fizyka doświadczalna, bioinformatyka z biomedycyną i inżynierii systemowa. Podstawową ideą jest to, że w każdej z wymienionych dziedzin, zbiory danych są przetwarzane wyłącznie w obrębie laboratorium wirtualnego. Musi istnieć możliwość dostępu do danych z wielu heterogenicznych środowisk. Dla przykładu, mogą one pochodzić z rzeczywistego sprzętu, lub z aplikacji symulacyjnej jak również ze specjalizowanych baz danych. Przetwarzanie danych jest sterowane i monitorowane przez eksperymentatora, który w przypadku fizycznej aparatury, może użyć zdalnego monitoringu i mechanizmów sterujących oferowanych przez laboratorium wirtualne. We wszystkich

przypadkach, zbiory danych mogą być obrabiane za pomocą narzędzi dostarczonych przez laboratorium. Architektura tego rozwiązania jest podzielona na pięć warstw:

- warstwa piąta – podzielona na trzy części: obliczenia fizyczne, bioinformatyka, złożone systemy inżynierskie;
- warstwa druga to Virtual Simulation and Exploration Environment (ViSE) – środowisko odpowiadające za wizualizację, symulację i interakcję w środowisku 3D;
- warstwa trzecia to Communication Collaboration (ComCol) – jej zadaniem jest zapewnienie interfejsu wykorzystywanego przez urządzenia zewnętrzne takie jak aparatura, klienci sieciowi, inne procesy;
- warstwa druga to Virtual-lab Information Management for Cooperation (VIMCO) – jest to wielopoziomowy system zarządzania informacją oraz środowisko stworzone w celu klasyfikowania i manipulowania danymi wewnątrz platformy wirtualnego laboratorium;

Projekt jest obecnie w trakcie realizacji.

Na uniwersytecie Wisconsin-Milwaukee prof. Brain Tonner i jego zespół wspólnie z informatykami z LBNL (Lawrence Berkeley National Laboratory) prowadzą prace mające na celu wybudowanie testowego laboratorium wirtualnego. Projekt nazwano „Remote SpectroMicroscopy” [17] i w jego ramach będzie udostępniony dostęp do urządzenia o nazwie Advanced Light Source (ALS). ALS to bardzo duży i drogi przyrząd naukowy dostępny tylko i wyłącznie dla sław naukowych w USA. Naukowcy Ci są rozproszeni po całym kraju i zdalny dostęp do tak unikatowego przyrządu okazałby się bardzo pomocny w ich badaniach.

Oprócz projektu „Remote SpectroMicroscopy” w USA w ramach współpracy „The Distributed Collaboratory Experimental Environments of Program Lawrence Berkley National Laboratory and DOE” są realizowane jeszcze następujące instalacje:

- projekt „Argonne National Laboratory”, dotyczy: mikroskopu elektronowego, fizyki i obiektowo zorientowanej rzeczywistości wirtualnej;
- projekt Livermore, Princeton, Oak Ridge i General Atomics, dotyczy zdalnego kontrolowania eksperymentów ze zjawiskiem fuzji;
- projekt Pacific Northwest Laboratories, dotyczy zdalnej współpracy nad badaniem zjawisk molekularnych;

Do kategorii narzędzi sprzętowych należą rozwiązania oferowane przez SGI Reality Center wspierające grafikę o najwyższej dostępnej rozdzielczości, pozwalające na pracę z wizualizowanymi obiektami w skali 1:1 ([6]). SGI oferuje całą gamę rozwiązań poczynając od małych biurowych instalacji, skończywszy na instalacjach wielkoskalowych - obejmujących 360-stopniowe środowisko panoramiczne. Przykładem takiej instalacji jest NASA FutureFlight CENTRAL ([15]). Do zadań tego środowiska należy między innymi pełnowymiarowa replikacja wnętrza wieży kontroli ruchu powietrznego[18]. Umożliwia to symulacje sterowania ruchem powietrznym włączając w to dźwięk cyfrowy i systemy radiowe, telefoniczne i intercom. Całość może zostać zapamiętana i ponownie odtwarzana. System udostępniony jest w celach komercyjnych, między innymi agencjom rządowym.

Obecnie jednak najczęściej spotykane w sieci implementacje Laboratoriów Wirtualnych występują w postaci programów napisanych w Javie (apletów Javy). Dość często spotykaną formą implementacji WL jest zastosowanie technologii Shockwave. Zazwyczaj są to dość proste programy nie mające połączenia z żadnymi urządzeniami fizycznymi. Ich działanie polega na symulowaniu pewnych zdarzeń na podstawie znanych z góry algorytmów. Użytkownik może manipulować parametrami na samym początku eksperymentu i czasami także w jego trakcie obserwując zachodzące zmiany. Wizualizacja jest zazwyczaj albo bardzo uproszczona (kilka poruszających się elementów) albo nie ma jej wcale.

Listę działających laboratoriów można znaleźć w dodatku A na końcu dokumentu.

7 **NARZĘDZIA**

W tym rozdziale opisano narzędzia, które mogą być pomocne przy tworzeniu wirtualnych laboratoriów i teleimersji.

7.1 REALITY CENTER

Reality Center [14] to rozwiązanie firmy SGI. Pozwala ono na rozwój środowiska wizualizacji o wysokim stopniu realizmu, przeznaczonego do współpracy pomiędzy punktami oddalonymi od siebie na znaczne odległości. Najważniejsze zalety Reality Center to:

- ❑ umożliwienie wspólnego podejmowania decyzji
- ❑ przyśpieszenie wglądu w bardziej złożone problemy
- ❑ skrócenie czasu wejścia produktu na rynek, redukcja kosztów projektowania, redukcja zapotrzebowania na wykonanie fizycznych prototypów i wykonanie rzeczywistych eksperymentów
- ❑ umożliwienie zaprezentowania produktów i planów
- ❑ ułatwienie okrywania nieznanych zjawisk
- ❑ umożliwienie intuicyjnej eksploracji i precyzyjnej analizy powiązań między zmiennymi
- ❑ umożliwienie eksploracji i analizy modeli i zbiorów danych w bardzo dużym powiększeniu

W chwili obecnej firma oferuje trzy rozwiązania różniące się możliwościami oraz ceną:

- ❑ Desks
- ❑ Walls
- ❑ Rooms

W kolejnych podrozdziałach zostaną one krótko scharakteryzowane.

7.1.1 Hardware

Rodzina SGI Onyx

SGI Reality Center są oparte na wysokowydajnych systemach wizualizacyjnych z rodziny SGI Onyx. Każdy z tych systemów został zaprojektowany do tworzenia zjawiska imersji (w dużej skali) i środowiska z udziałem wielu projektorów. Są to skalowalne systemy, które można rozbudowywać zgodnie z potrzebami użytkowników. Rodzina SGI Onyx oprócz dużej wydajności posiada także unikatowe funkcje takie jak clip mapping, texture mapping, renderowanie poziome, sterowanie wielostrumieniowym sygnałem video HDTV, wielokanałowe wyjście oraz funkcje wspomagające imersję.

SGI Onyx wspomaga pojedynczo- i wielo-kanałowe aplikacje, które często muszą działać jednocześnie podczas sesji, w czasie której współpracuje wiele osób. Obsługiwana jest także zmiana parametrów wyświetlania i urządzenia do imersji.

Oferowany jest specjalny tryb przetwarzania, który umożliwia prowadzenie obliczeń przez cały czas co powoduje szybszy czas zwrotu



inwestycji. Maszynę można równocześnie używać w trybie interaktywnym jak i serwer do wizualizacji lub przeznaczyć do pracy na rzecz SGI Reality Center. W nocy i w czasie weekendów Onyx może pracować jako maszyna obliczeniowa.

Rodzina SGI Onyx 3000

W serwerach serii Onyx 3000 możliwe jest niezależne skalowanie grafiki, liczby CPU, pamięci i interfejsów I/O i w ten sposób dostosowanie maszyny do własnych potrzeb. Możliwości rozbudowy:

- ❑ SGI Onyx 3200 – 1 lub 2 strumienie grafiki, 8 procesorów
- ❑ SGI Onyx 3200 – do 8 strumieni grafiki, do 32 procesorów
- ❑ SGI Onyx 3200 – do 16 strumieni grafiki, do tysięcy procesorów

7.1.2 Wersja Desks



W tym rozwiązaniu ekran jest umieszczony na desce projektowej (stąd nazwa). Najczęściej znajduje zastosowanie wśród inżynierów, projektantów lub studentów do zadań, które wymagają grafiki 3D do symulacji obiektów lub otoczenia. Reality Center Desks jest oparte na komputerach serii SGI Onyx 3000 lub na stacjach graficznych Silicon Graphics Octane2 i zawierają jeden lub dwa projektory w jednostce. Podczas oglądania obrazów 3D użytkownik zakłada okulary stereo połączone z mechanizmem prowadzącym, który odczytuje punkt, w który spogląda użytkownik i zmienia perspektywę widzenia obrazu.

Przykładowe aplikacje dla Reality Center Desk to zazwyczaj programy do planowania rozmieszczenia personelu i urządzeń w budynkach, montażu urządzeń inżynierskich, nauki montażu mechanicznego, wizualizacji powiązań między molekułami w związkach oraz projektowania aplikacji rzeczywistości wirtualnej, które mogą być używane w większych rozwiązaniach Reality Center. Przeznaczony do współpracy grup od jedno- do pięcio-osobowych.

Reality Center w wersji Desks jest często stosowane ze względu na jego łatwe użytkowanie, dotykowy interfejs i wysoki stopień immersji. Rozwiązanie to jest także popularne z powodu jego relatywnie niskiego kosztu oraz szybkości z jaką może być przemieszczane z miejsca na miejsce i konfigurowane.

7.1.3 Wersja Walls



SGI Reality Center – Wall display

Zalety:

- ❑ dobre rozwiązanie dla większych grup roboczych
- ❑ duża różnorodność dostępnych aplikacji (wszystkie aplikacje przeznaczone dla systemu IRIX)
- ❑ duży rozmiar maksymalnego powiększenia i duża immersja
- ❑ wspomaganie zarówno dla sesji roboczych jak i dla prezentacji

Rozmiar wyświetlanego obrazu może być tak mały jak rozmiar tablicy lub tak duży jak maksymalne rozmiary ekranu. Zależy to od konfiguracji, która może być bardzo duża lub nieco mniejsza, dostosowana do istniejącego pomieszczenia konferencyjnego.

Przykładem rozwiązania dostosowanego do biura, laboratorium lub pokoju konferencyjnego jest OTS (off-the-shelf) SGI Reality Center Walls. Instalacja zawiera dwa lub trzy projektory umieszczone w podstawie lub z tyłu wolnostojącej jednostki. W rozwiązaniu tym używa się komputera SGI Onyx 3000 lub stacji graficznej Silicon Graphics Onyx2. W większości przypadków ekran, na którym obraz jest wyświetlany obraz jest płaski. OTS Reality Center Walls może być uruchomiony z lub bez możliwości oglądania obrazu stereo. Rozwiązanie to może być stosowane w projektowaniu, modelowaniu conceptualnym, analizie danych naukowych, marketingu i sprzedaży oraz w zarządzaniu środowiskiem sieciowym. Z tego rozwiązania (OTS) może jednocześnie korzystać od 2 do 20 osób.

Tradycyjne Reality Center Walls zwykle zawiera przynajmniej trzy projektory a może ich być dwanaście lub nawet więcej w zależności od stosowanych aplikacji. Są one montowane z przodu ekranu lub z tyłu gdy spodziewamy się, że oglądający będą się zbliżali do ekranu i rzucający cień może spowodować pewne niedogodności. Oprócz płaskich ekranów stosuje się także lekko zakrzywione, cylindryczne lub inne, bardziej urozmaicone. Ich rozmiary mogą się zaczynać od 3 metrów szerokości i 2,3 wysokości oraz kończyć nawet na rozmiarach wielkości kopuły w planetarium o średnicy około 30 metrów. Podobnie jak w rozwiązaniu OTS obraz może być wyświetlany jako grafika mono lub stereo. Liczba osób korzystających z tradycyjnego Reality Center Walls waha się od pięciu do nawet dwustu.

7.1.4 Wersja Rooms



SGI Reality Center Rooms to najbardziej zaawansowane rozwiązanie spośród dotychczas przedstawionych. Jest ono stosowane gdzie wymagany jest duży poziom immersji i naturalny widok wizualizowanego elementu. Większość danych jest wyświetlana i doświadczana w naturalny, możliwie dokładny obecnie sposób.

Całe pomieszczenie jest otoczone, zanurzone w wirtualnym środowisku i może być dowolnego kwadratowego lub prostokątnego rozmiaru o przynajmniej dwu-metrowej wysokości. W tym rozwiązaniu pomieszczenie może mieć dowolne od trzech do sześciu boków. Dla sześciu rozmiarów wszystkie dane zawsze mieszczą się w polu widzenia, czego nie można powiedzieć dla rozwiązań o mniejszej liczbie boków.

Liczba projektorów w przypadku Reality Center Rooms zależy od liczby powierzchni na jakiej ma być przedstawiany obraz. Decyzja czy konstruować pokój z trzema, czterema, pięcioma czy sześcioma bokami zależy od typów aplikacji jakie będą stosowane w pomieszczeniu. Projektory w pomieszczeniu powinny tak być rozmieszczone (z przodu lub z tyłu, zwykle z tyłu ekranów) by uniknąć pojawienia się cienia. Podobnie jak w poprzednich rozwiązaniach także i to używa maszyn SGI Onyx 3000 lub stacji graficznych Silicon Graphics Onyx2 i ich generatorów obrazu. Zwykle w wersji Rooms Reality Center stosuje się grafikę stereo by uzyskać bardziej realistyczne doznania pełnej immersji. Reality Center Rooms może być stosowany dla różnego rodzaju treningów, nauk odkrywczych, ergonomiki i wirtualnych muzeów. Maksymalna liczba osób jaka może korzystać z tego rozwiązania to pięć (w zależności od rozmiaru pomieszczenia).

7.2 CAVERNsoft G2

CAVERNsoft G2 jest narzędziem do tworzenia współpracujących aplikacji sieciowych. Głównym celem CAVERNsoft jest dostarczenie sieciowych możliwości dla współpracy osób na znaczne odległości.

CAVERNsoft działa na następujących platformach IRIX, Linux, Solaris i Win32 (Windows 9x, NT, 2000).

Można wykorzystać następujące protokoły i klasy:

- ❑ TCP, UDP, multicast, HTTP classes.
- ❑ UDP reflector and multicast bridge class.
- ❑ TCP reflector.
- ❑ Remote procedure calls classes.
- ❑ 32 and 64 bit remote file I/O classes.
- ❑ Client/Server database classes.

- ❑ Parallel socket TCP classes.
- ❑ Parallel socket 32 and 64 bit remote file I/O classes.
- ❑ 32 and 64 bit remote file I/O classes using parallel sockets
- ❑ Cross-platform data conversions.
- ❑ Mutual exclusion and threading classes.
- ❑ Network performance monitoring abilities

Pakiet CAVERNsoft G2 jest opisywany jako narzędzie do tworzenia aplikacji wspomagających wirtualną współpracę. Główny nacisk został położony na wdrożenie w ramach pakietu narzędzi wspierających współpracę pomiędzy wysokowydajnymi systemami obliczeniowymi.

Teleimersja w wypadku twórców tego pakietu rozumiana jest jako synteza środowisk wirtualnej współpracy (CVE – collaborative virtual environment) umożliwiających audio- i wideokonferencje, dostęp do zasobów superkomputerowych, banków danych, połączonych sieciami dużej przepustowości. Inaczej mówiąc teleimersja istnieje wtedy gdy różni jej uczestnicy współpracują ze sobą jakby znajdowali się w jednym pomieszczeniu, mimo fizycznego rozmieszczenia w różnych miejscach.

Poza podstawowym wymaganiem zapewnienia użytkownikom możliwości zdalnej współpracy systemy CVE powinny wspierać również:

- 64-bitową precyzję obliczeń,
- 64-bitowe adresowanie pamięci,
- 64-bitowy dostęp do plików,
- bardzo szybki dostęp do dużych porcji danych,
- monitorowanie wydajności systemu.

Testowa wersja pakietu CAVERNsoft (G0) powstała we wrześniu 1996 roku, pierwsza wersja release G1 została ukończona rok później. Najnowsza dostępna wersja ukazała się we wrześniu 1999 roku.

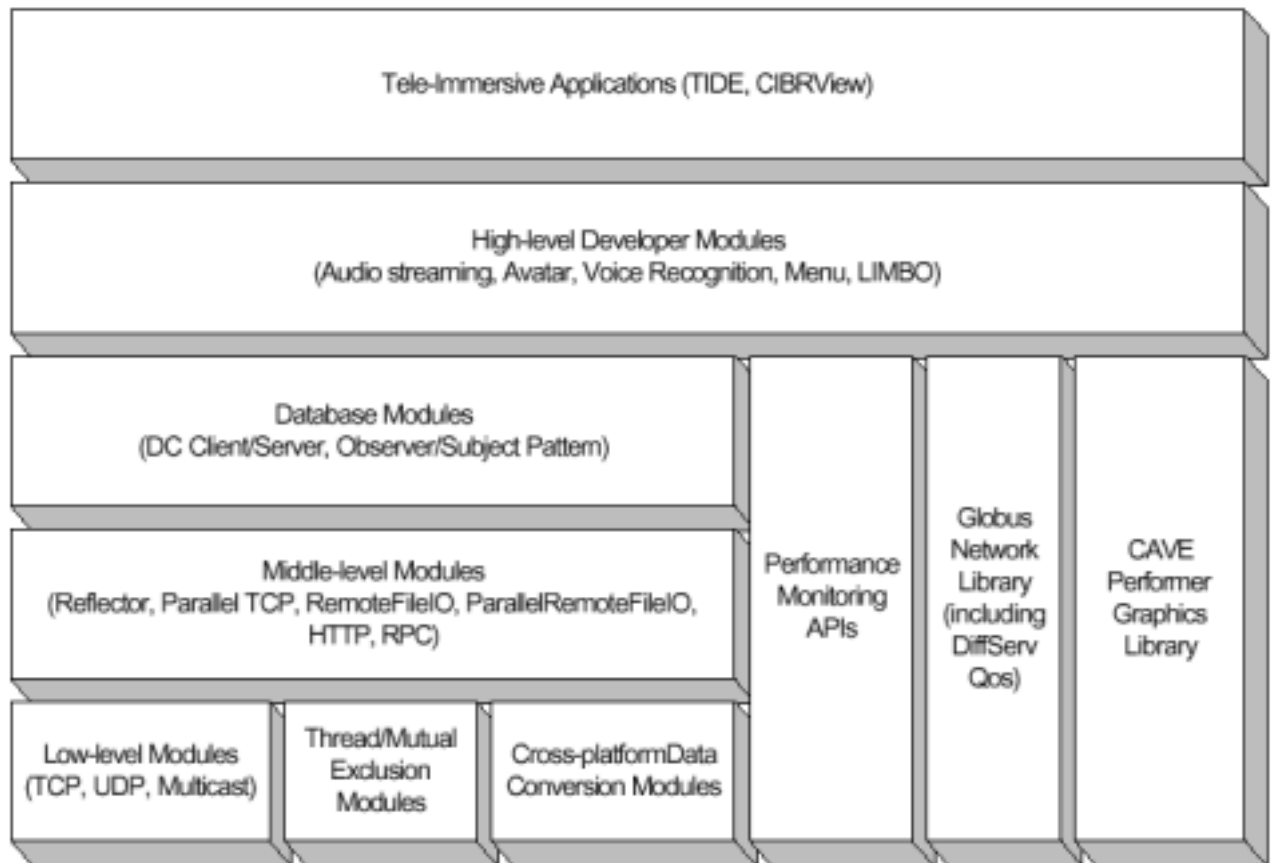
Zarówno G1 jak i G2 są bibliotekami C++. Główna różnica polega na tym, że G2 jest już zbiorem wysoce niezależnych modułów i klas spełniających określone funkcje, podczas gdy G1 było raczej monolitycznym i mało przenośnym systemem testującym nowe możliwości. Wersja G1 była ponadto silnie oparta o biblioteki sieciowe pakietu Globus.

G2 składa się z kilku poziomów modułów funkcjonalnych:

- ❑ moduły niskiego poziomu zapewniają pełną kontrolę nad tworzoną przy ich udziale aplikacją na poziomie sieci i socketów, są to klasy wspierające protokoły TCP i UDP, zarządzające wątkami (współpraca z systemami POSIX, IRIX i Windows), umożliwiające konwersję bazowych typów danych.
- ❑ moduły średniego poziomu umożliwiają zdalne wywoływanie procedur, zdalny i współdzielony dostęp do plików, wspierają protokół HTTP.
- ❑ moduły wysokiego poziomu umożliwiają implementację strumieni audio, rozpoznawanie mowy, trójwymiarowych systemów menu. Są to również moduły graficzne wykorzystujące biblioteki CAVELib i IRIS Performer. Do modułów wysokiego poziomu zaliczają się również aplikacje *Collaborative Animator* oraz *LIMBO*. Pierwsza pozwala na załadowanie do trójwymiarowego środowiska współpracy serii modeli, które następnie są wyświetlane jeden po drugim tworząc animację. LIMBO udostępnia programiście interfejs umożliwiający manipulację obiektami 3D we współdzielonym środowisku wirtualnej współpracy.

Pakiet CAVERNSoft G2 udostępnia również klasy wspomagające pomiar oraz analizę wydajności systemu. Funkcje monitorujące są zawarte we wszystkich modułach sieciowych pakietu.

Poniższy rysunek pokazuje budowę modułarną środowiska do teleimersji wraz z umiejscowieniem w nim modułów pakietu CAVERN.



Istnieją również projekty badawcze oraz pakiety wspierania teleimersji. Są to programy: DIVE, NPSNET, WTK/WorldUp World2World, BrickNet, Avango, Bamboo. CAVERNsoft jest jednak jedynym udostępnianym przez Open Software Foundation.

7.3 SYSTEM MOO

System Object Oriented MUD (MOO) został opisany w punkcie 4 mówiącym o wirtualnych wykładach.

8 WSTĘPNA KONCEPCJA

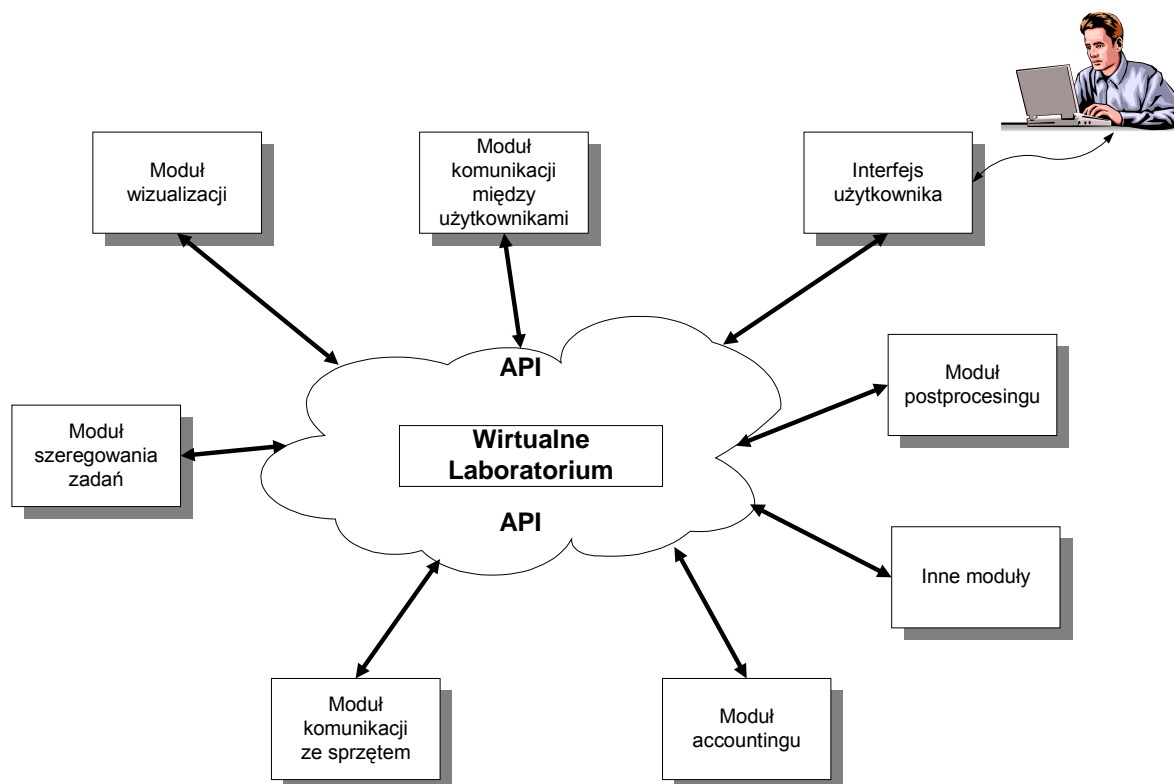
W ramach projektu realizowanego przez Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe, Instytut Chemii Bioorganicznej oraz ACK Cyfronet AGH planowane jest wdrożenie koncepcji „*Wirtualnego Laboratorium Spektroskopii Magnetycznego Rezonansu*” [3],[4],[5]. Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR) jest obok krystalografii najbardziej złożoną metodą badania cząsteczek, w tym układów biomolekularnych, i to zarówno w płaszczyźnie aparaturowej jak i obliczeniowej. Współczesne spektrometry magnetycznego rezonansu jądrowego są niezwykle drogie. Projekt zakłada opracowanie koncepcji laboratorium wirtualnego w oparciu o dostęp do dwóch spektrometrów o różnej zdolności rozdzielczej - 300 i 600 MHz. Ten ostatni, unikatowy w skali kraju przyrząd został ostatnio pozyskany dzięki wspólnej inicjatywie Instytutu Chemii Bioorganicznej PAN oraz Wydziału Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu i w oparciu o finansowanie KBN. Należy tu jednak zaznaczyć, że rozwiązanie tworzone w ramach tego projektu będzie rozwiązaniem uniwersalnym dającym się zastosować do znakomitej większości typów wirtualnych laboratoriów.

8.1 CECHY, WYMAGANIA

Najważniejsze wymagania jakie zostały postawione przed Wirtualnym Laboratorium:

- ❑ zlecenie zadań do wykonania (eksperymenty rzeczywiste i obliczeniowe)
- ❑ równoważenie obciążenia – przesyłanie zadań do systemów mniej obciążonych
- ❑ możliwość współdzielenia wyników eksperymentów – wyniki eksperymentu będą mogły być zapisywane w bazie danych i udostępniane zainteresowanym;
- ❑ biblioteka publikacji, prac naukowych na dany temat – pogrupowane zgodnie z profilami laboratoriów, dostępne dla zainteresowanych;
- ❑ komunikowanie się z osobami pracującymi nad tymi samymi tematami – chat, audio, wideo;
- ❑ komunikowanie się z obsługą urządzenia – pomocne w przypadku gdy użytkownik potrzebuje specyficznych informacji o dostępności lub możliwościach urządzenia;
- ❑ ustalenie czasu wykonania eksperymentu (rezerwacja) – pomocne w przypadku tzw. eksperymentów online, pozwala na umówienie się naukowców na określoną godzinę i wspólne obserwowanie wyników eksperymentów;

Cały system powinien mieć budowę modułową, która w łatwy sposób pozwoli rozszerzać możliwości systemu (poprzez dodanie nowych modułów), zmieniać już istniejące moduły na inne, o większych możliwościach, często bez konieczności rekompilacji całego systemu. Aby było to możliwe konieczne jest zdefiniowanie ujednoczonego interfejsu dostępu i sposobu komunikacji pomiędzy poszczególnymi modułami. Na poniższym rysunku przedstawione są przykładowe moduły.



Rysunek 1 Modularna budowa wirtualnego laboratorium

Krótki opis modułów:

- ❑ Interfejs użytkownika – odpowiedzialny za komunikację z użytkownikiem. Specyficzny dla danego urządzenia. Powinien być tak zaprojektowany by umożliwiać łatwe dostosowanie do innego urządzenia lub typu obliczeń.
- ❑ Moduł komunikacji między użytkownikami – pozwala na porozumiewanie się między użytkownikami czy to w postaci chat-u publicznego lub prywatnego, forum, pozostawionej wiadomości oraz videokonferencji;
- ❑ Moduł wizualizacji – pozwoli na onlineowe lub offlineowe oglądanie wyników w postaci wygenerowanego wykresu bądź sekwencji wideo;
- ❑ Moduł szeregowania zadań – powinien uwzględniać specyfikę obsługiwanego typu laboratorium i szeregować zadania według zadanego wcześniej kryterium np. minimalizacja kosztu obsługi przez operatora urządzenia, szybkość wykonania zleconych zadań;
- ❑ Moduł accountingu – pozwoli na rozliczanie użytkowników z wykorzystanego czasu pracy na urządzeniu lub mocy obliczeniowej maszyn;
- ❑ Moduł postprocesingu – pomocny w przypadku konieczności dodatkowej analizy, obróbki otrzymanych wyników;
- ❑ Moduł komunikacji ze sprzętem – pozwoli na dostęp do danego urządzenia, ustawienie parametrów eksperymentu. zlecenie zadania, otrzymanie wyników;

8.2 STRUKTURA

Strukturę Wirtualnego Laboratorium możemy podzielić na trzy główne poziomy: interfejs klienta, serwer aplikacji i serwer urządzenia. Poniżej zostały opisane zadania za jakie każdy poziom będzie odpowiedzialny.

8.3 INTERFEJS KLIENTA

Użytkownicy mają możliwość zlecenia zadań za pomocą interfejsu w postaci apletu Javy. Zawartość interfejsu jest specyficzna dla danego urządzenia, natomiast całe jego otoczenie powinno być zaprojektowane w ten sposób by dało się je w łatwy sposób zaadoptować dla każdego urządzenia. Każdy aplet używa ustandaryzowanego protokołu do komunikacji z serwerem aplikacji.

8.4 SERWER APLIKACJI

Serwer aplikacji będzie niezależny od urządzeń wykorzystywanych w wirtualnym laboratorium.

Serwer aplikacji jest wykorzystywany do odbierania zleceń od użytkowników i przekazywania ich do serwera obsługującego specyficzne urządzenie oraz przekazywanie wyników z powrotem do użytkownika. Do zadań serwera należeć również będzie szeregowanie przychodzących zadań według określonego algorytmu. Zadanie jest przekazywane do serwera urządzenia w momencie gdy dane urządzenie jest wolne.

Ważnym zadaniem tego serwera jest również rozliczanie użytkowników z wykorzystanego czasu na urządzeniu.

Na serwerze aplikacji będzie również przechowywana baza wyników eksperymentów użytkowników i w razie potrzeby udostępniana innym użytkownikom np. pracującym nad tym samym problemem.

Przy wykorzystaniu serwera aplikacji będzie również odbywać się komunikacja między użytkownikami np. wspólnie pracującymi nad danym problemem. Komunikacja może mieć charakter przesyłania wiadomości, rozmowy on-line, przesyłania dźwięku lub nawet wideokonferencji.

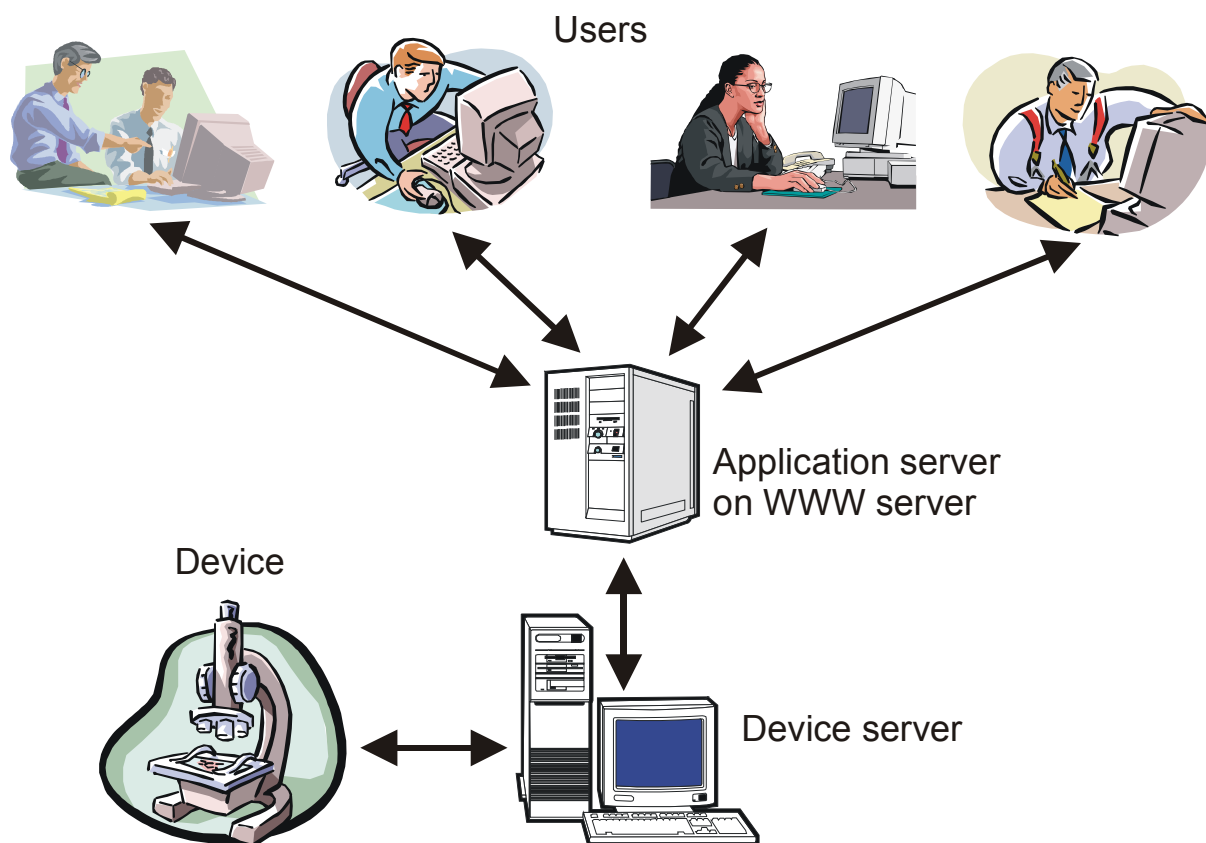
Ze względu na uniwersalność tego poziomu oraz specyfikę pozostałych poziomów ważne jest by jak najwięcej funkcji zostało zlokalizowanych na tym właśnie poziomie. Umożliwi to szybkie dostosowanie systemu do nowych wymagań związanych z innym sprzętem.

8.5 SERWER URZĄDZENIA

Serwer urządzenia jest odpowiedzialny za odbiór zadania od serwera aplikacji, rozkodowanie otrzymanego datagramu, zlecenie zadania oraz odbiór wyników i przekazanie ich do serwera aplikacji.

Program jest specyficzny dla obsługiwanego urządzenia, wykorzystuje funkcje API urządzenia do zlecenia zadań i sterowania urządzeniem.

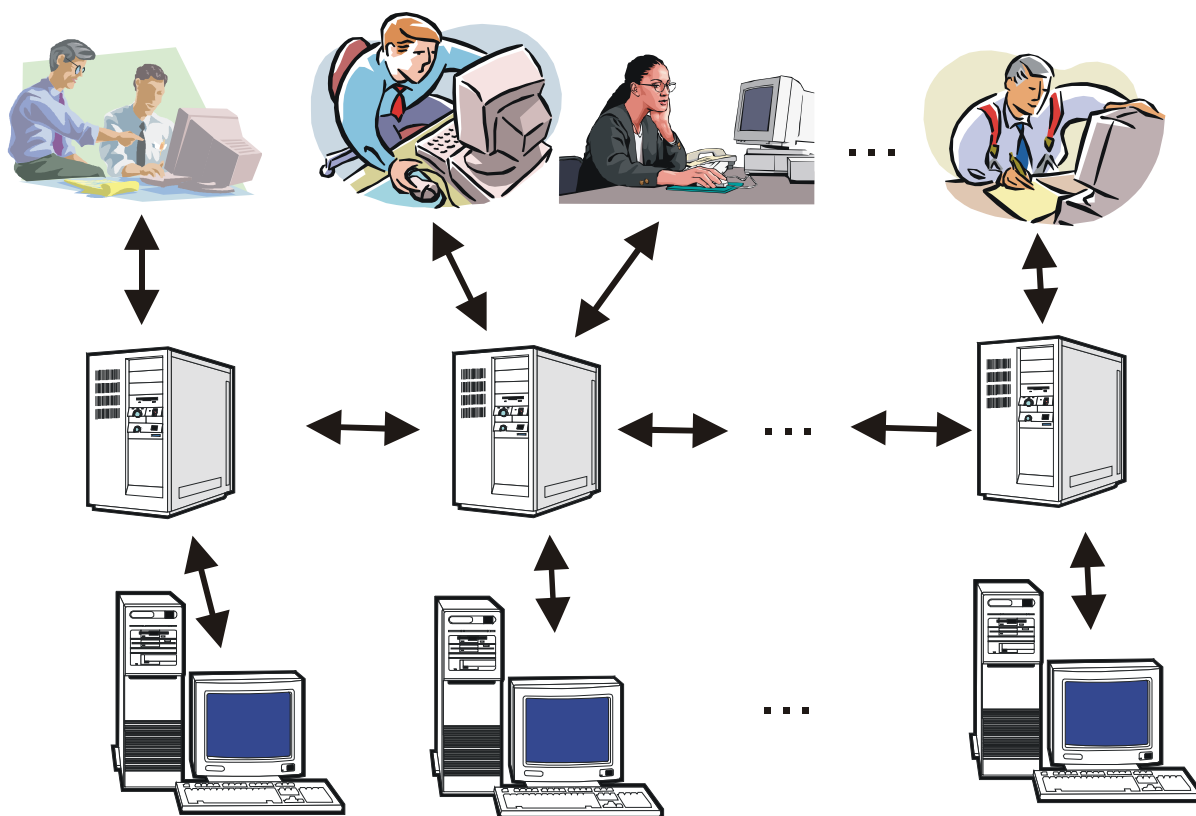
Poniższy rysunek przedstawia opisany powyżej schemat komunikacji.



Rysunek 2 Schemat komunikacji w Wirtualnym Laboratorium

8.6 WSPÓŁPRACA Z INNYMI SYSTEMAMI

Zaprojektowany system będzie miał możliwość współpracy z innymi systemami tego samego typu. Umożliwi to przekazywanie zadań między systemami i rozładowywanie w ten sposób w lokalnych obciążeniach. Pozwoli to również na dostęp do wyników eksperymentów i zasobów bibliograficznych umieszczonych na innych systemach.



Rysunek 3 Współpraca z innymi systemami

8.7 PROTOKÓŁ KOMUNIKACJI

Budowa Wirtualnego Laboratorium wymaga zaprojektowania i stworzenia odpowiedniego protokołu komunikacji pomiędzy różnymi poziomami. Poniżej przedstawiono proponowaną strukturę takiego datagramu.

8.7.1 Struktura datagramu

- ❑ długość datagramu – pozwala określić czy otrzymany datagram dotarł do odbiorcy w całości
- ❑ numer identyfikacyjny zadania – ma ułatwić rozpoznanie zadania w sytuacji gdy np. podczas przesyłania zadania połączenie ulegnie zerwaniu i konieczna jest retransmisja
- ❑ adres źródłowy komputera – adres komputera z którego protokół jest wysyłany
- ❑ adres docelowy komputera – adres komputera do którego protokół jest wysyłany
- ❑ nazwa użytkownika – pozwoli na dodatkową autoryzację użytkownika korzystającego z urządzeń wirtualnego laboratorium
- ❑ nazwa obsługiwanego urządzenia – pozwoli to na przydzielenie zadania do właściwej kolejki;
- ❑ pola z parametrami – parametry wykonania zadania; parametry te będą specyficzne dla poszczególnego urządzenia; najczęściej będą zawierały wartości jakimi będzie urządzenie sterowane;
- ❑ dane wejściowe – pliki z wcześniej przygotowanymi danymi wejściowymi dla urządzenia
- ❑ dane wynikowe – pliki z wynikami przeprowadzonego eksperymentu
- ❑ dane accountingowe – przesyłane po wykonanym eksperymencie

8.8 BEZPIECZEŃSTWO

Całość komunikacji będzie szyfrowana za pomocą protokołu Secure Sockets Layer (SSL)/ Transport Layer Security (TLS). Wszystkie strony komunikujące się ze sobą programy używają certyfikatów. Po stronie obierającej wszystkie dane zawarte w datagramie są sprawdzane. Certyfikaty będą wydawane dla każdego użytkownika, który będzie miał prawo do wykonywania eksperymentów w systemie.

Planowane jest wykorzystanie oprogramowania OpenSSL, Java SSL (JSSE) oraz LDAP.

8.9 PROFILE DZIAŁAŃ

W rozdziale tym opisane są profile działań z punktu widzenia różnych osób korzystających i opiekujących się Wirtualnym Laboratorium. Rozróżniamy kilka poziomów uprawnień:

- ❑ administrator serwera laboratoriów wirtualnych – osoba odpowiedzialna na funkcjonowanie komputera, na którym działa oprogramowanie WL, odpowiada ona również za tworzenie laboratoriów o nowych profilach, nadaje prawa osobie, która będzie opiekować się danym laboratorium;
- ❑ administrator laboratorium – osoba odpowiedzialna za dany profil laboratorium, tworzy nowych użytkowników, którzy będą mogli pracować w laboratorium,
- ❑ administrator urządzenia fizycznego – osoba zajmująca się urządzeniem, które jest udostępniane w ramach WL, osoba ta jest odpowiedzialna za obsługę urządzenia (np. wkładanie próbek, kalibracja, odpowiednie ustawienie parametrów), którą z pewnych względów nie będzie można wykonać w sposób zdalny;
- ❑ administrator systemu obliczeniowego – osoba odpowiedzialna za funkcjonowanie systemu, na którym są wykonywane obliczenia;
- ❑ użytkownik – osoba zainteresowana korzystaniem z funkcji udostępnianych przez wirtualne laboratorium;

W jaki sposób widzi i jakie operacje może wykonać w WL użytkownik a jakie administratorzy.

8.9.1 Użytkownik

- ❑ loguje się do laboratorium.
- ❑ zleca zadanie obliczeniowe.
- ❑ zleca przeprowadzenie rzeczywistego eksperymentu.
- ❑ przegląda listę eksperymentów (wykonanych, bieżących, zleconych)
- ❑ przegląda wyniki.
- ❑ wyszukuje osoby o podobnej tematyce pracy.
- ❑ wyszukuje w bazie danych wyniki podobnych eksperymentów.
- ❑ komunikuje się z innymi osobami pracującymi w laboratorium.

8.9.2 Administrator Laboratorium

- ❑ konfiguruje parametry laboratorium.
- ❑ instaluje moduły dostępu do konkretnych urządzeń.
- ❑ konfiguruje listę dostępnych urządzeń dla każdego typu.
- ❑ konfiguruje sposób dostępu do obliczeń.
- ❑ nadaje prawa korzystania z laboratorium dla konkretnych osób.

8.9.3 Administrator Serwera Laboratoriów Wirtualnych

- ❑ tworzy wirtualne laboratorium o konkretnym profilu.
- ❑ nadaje prawa właściciela laboratorium administratorom.
- ❑ przegląda statystyki wykorzystania laboratorium
- ❑ tworzy grupy grantowe, w których kierownik ma prawo dostępu do danych, wyników i przeglądania historii pracy innych osób.

8.9.4 Administrator urządzenia fizycznego

- ❑ nadaje prawa korzystania z urządzenia konkretnym osobom lub całej grupie laboratoryjnej lub grantowej;
- ❑ ustala godziny i warunki pracy
- ❑ przegląda listę zleconych zadań
- ❑ potwierdza przygotowanie systemu i uruchamia zadanie (tylko w wypadku urządzeń wymagających nadzoru operatora)

8.9.5 Administrator systemu obliczeniowego

- ❑ nadaje prawa korzystania z systemu konkretnym osobom lub całej grupie laboratoryjnej lub grantowej.
- ❑ konfiguruje sposób korzystania z systemu.

8.9.6 Ogólna kolejność działań

- ❑ Administrator serwera laboratoriów wirtualnych tworzy laboratorium o nazwie np. LAB i nadaje prawo do jego konfiguracji osobie np. LAB_ADMIN.
- ❑ LAB_ADMIN konfiguruje laboratorium. Instaluje i konfiguruje moduł dostępu do obliczeń. Instaluje i konfiguruje moduł dostępu do urządzeń. Konfiguruje listę serwerów i urządzeń, na które mogą być zlecane zadania. Ustala parametry szeregowania. Tworzy listę osób mających prawo korzystania z laboratorium i ustala indywidualne prawa dla każdego.
- ❑ Użytkownik loguje się do systemu.

Ze względu na dwa sposoby przetwarzania zadań przewidywane są następujące scenariusze działań:

- ❑ Obliczenia:
 1. Użytkownik zleca zadanie obliczeniowe:
 - wybiera moduł danego typu obliczeń
 - podaje lokalizację danych wejściowych
 - ustala parametry zadania
 2. Zadanie zostaje wysłane do brokera
 - broker sprawdza na liście dostępnych systemów obliczeniowych gdzie użytkownik ma prawo uruchomić zadanie i gdzie tego typu zadanie może być uruchomione.
 - Zadanie jest kolejgowane
 - Zadanie jest wysłane na wybrany system i uruchamiane.
 3. Po zakończeniu zadania wyniki są zapisywane w profilu użytkownika
 4. Użytkownik odbiera wyniki i może ja zapisać lokalnie
- ❑ Eksperymenty:
 1. Użytkownik zleca zadanie obliczeniowe:
 - wybiera moduł danego typu obliczeń
 - podaje lokalizację danych wejściowych
 - ustala parametry zadania
 2. Zadanie zostaje wysłane do brokera
 - broker sprawdza na liście dostępnych systemów urządzeń gdzie użytkownik ma prawo uruchomić zadanie i gdzie tego typu zadanie może być uruchomione.
 - Ustalana jest czas rezerwacji urządzenia i nadawany jest numer referencyjny, na który użytkownik może się powoływać w kontaktach z obsługą laboratorium
 - Zadanie jest kolejgowane

- Zadanie jest wysłane na wybrany system i uruchamiane lub informowany jest operator o potrzebie rozpoczęcia eksperymentu.
- 3. Wyniki są zapisywane w profilu użytkownika.
- 4. W przypadku zadań interaktywnych nawiązywane jest połączenie z użytkownikiem, który nadzoruje lub steruje przebiegiem eksperymentu.

Biorąc pod uwagę możliwość współpracy pomiędzy użytkownikami korzystającymi z Wirtualnego Laboratorium planowany jest następujący scenariusz zdarzeń:

- Użytkownik przegląda listę osób i tematów realizowanych w ramach danego laboratorium.
- W przypadku chęci nawiązania współpracy zostawia drugiej osobie wiadomość o tym.
- Jeżeli znaleziona osoba również jest zainteresowana wymianą poglądów możliwa jest dalsza wymiana wiadomości, rozmowa bezpośrednia w trybie tekstowym lub telekonferencyjnym.
- Możliwe jest udostępnienie wyników zainteresowanym osobom (lub dla wszystkich)

W Wirtualnym Laboratorium będą dostępne następujące sposoby komunikacji:

- zostawianie wiadomości na forum publicznym (dostępnym dla każdego)
- zostawianie wiadomości konkretnym osobom
- czat tekstowy publiczny.
- czat tekstowy pomiędzy konkretnymi osobami
- telekonferencja.

8.10 PORTAL WIRTUALNEGO LABORATORIUM

8.10.1 Założenia

Użytkownik Wirtualnego Laboratorium będzie miał zapewniony dostęp do jego usług za pośrednictwem Portalu WWW.

Portal będzie zapewniał logowanie zarejestrowanym użytkownikom, kontakt z operatorami urzędzeń na których przeprowadzane będą eksperymenty, kontakt z innymi użytkownikami systemów (w wersji początkowej chat, rozwinięcie w telekonferencje), dostęp do bazy danych wyników, bazy publikacji. Zlecenie zadań będzie realizowane za pośrednictwem dedykowanego danemu urządzeniu apletu (patrz punkt 2.1)

8.10.2 Struktura Portalu

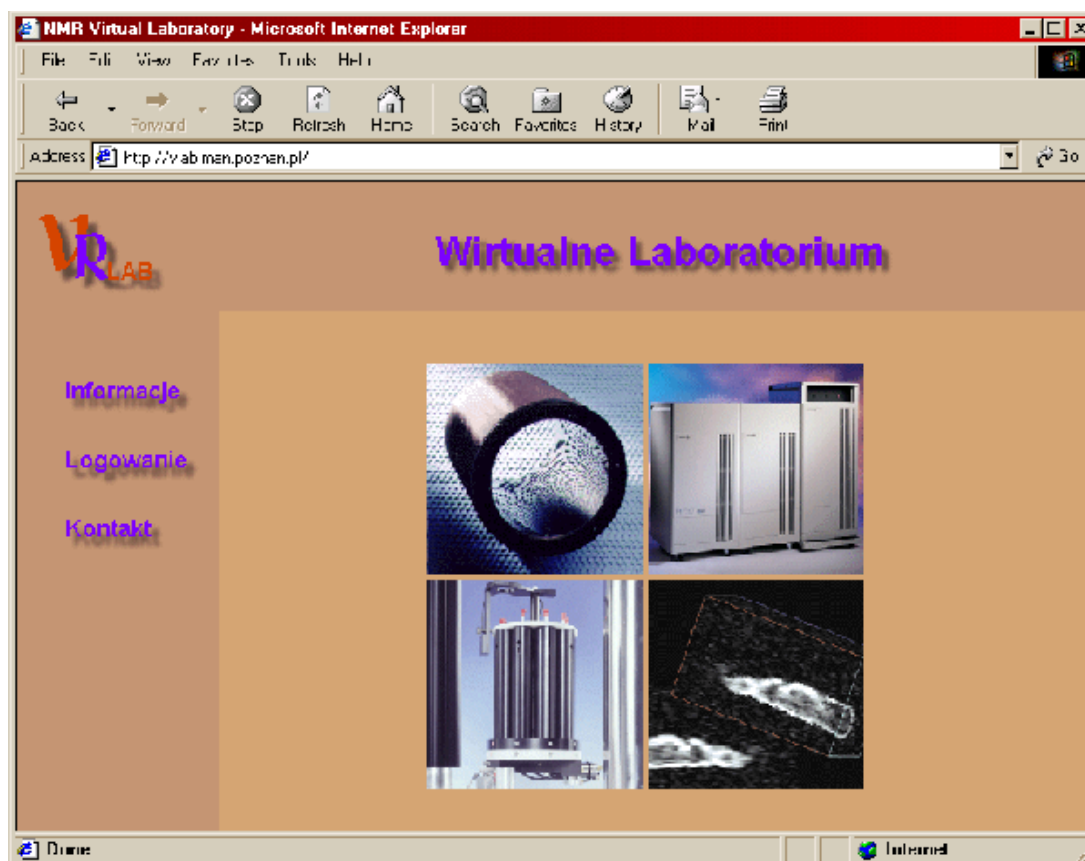
Portal Wirtualnego Laboratorium na poziomie wejściowym będzie jednolity dla wszystkich użytkowników niezależnie od rodzaju urzędzenia, na którym przeprowadzać będą eksperymenty w ramach laboratorium. Na najwyższym, ogólnym poziomie Portal będzie udostępniał logowanie użytkownika – w tym rejestrację nowych użytkowników, informacje o Wirtualnym Laboratorium, kontakt z operatorami.

Po logowaniu zarejestrowany użytkownik będzie miał dostęp (określony jego prawami) do różnych sekcji Wirtualnego Laboratorium udostępniających różne urzędzenia fizyczne (w pierwszej fazie spektrometr NMR) czy laboratoria obliczeniowe. Każda sekcja Wirtualnego Laboratorium będzie osobnym działem dysponującym własnymi (z punktu widzenia użytkownika) mechanizmami dostępu do urzędzenia, zlecenia zadań, odbioru i interpretacji wyników, bazami danych wyników i publikacji.

Każda sekcja, oprócz udostępniania konkretnego urzędzenia będzie również zapewniać operacje na bazach danych zawierających informacje o wynikach czy też publikacje dotyczące danego działu. W celu implementacji tej części można wykorzystać

serwer SQL i technologię PHP (konieczne testy określające przydatność takiego rozwiązania na potrzeby Wirtualnego Laboratorium).

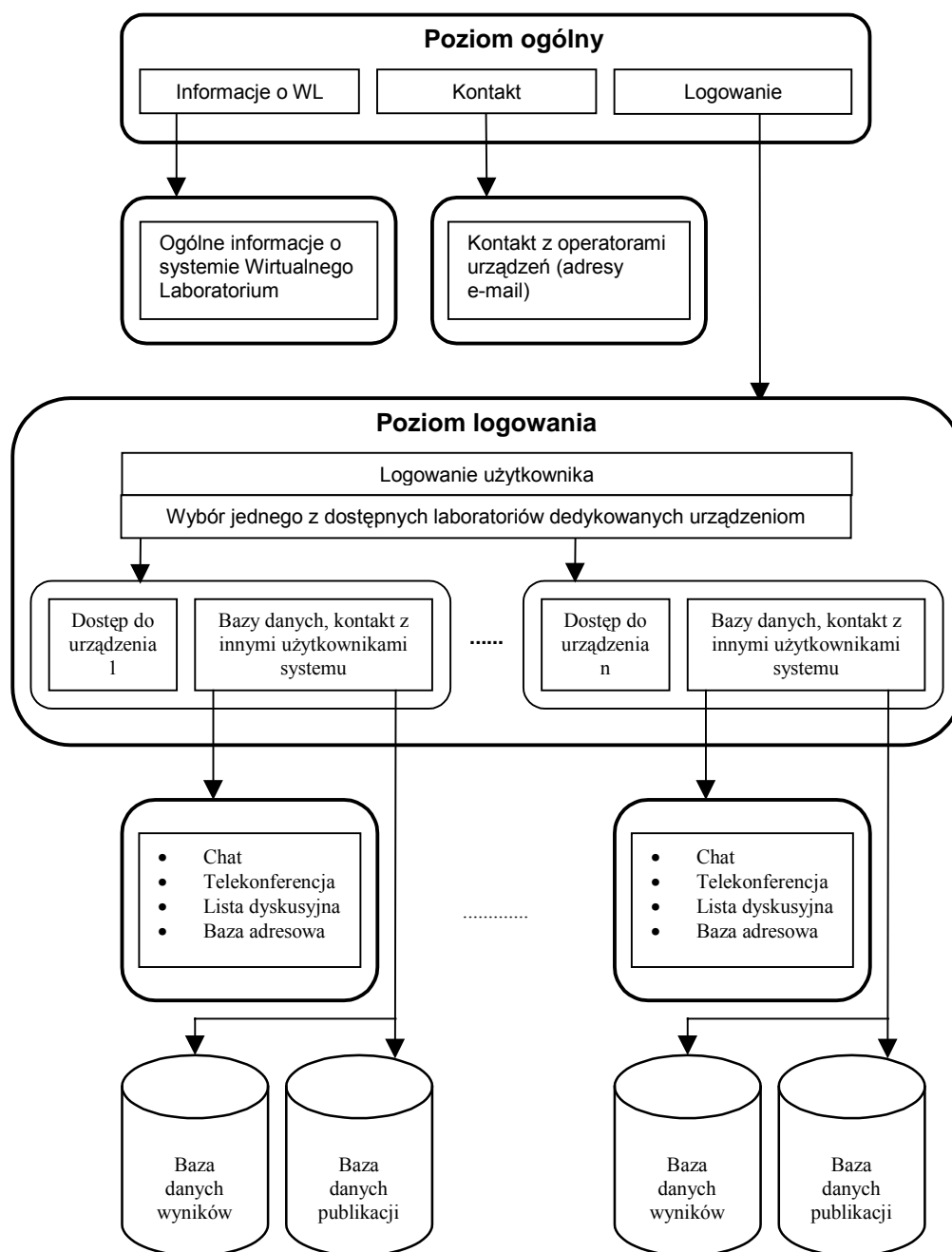
Wirtualne Laboratorium powinno z założenia udostępniać również mechanizmy komunikacji pomiędzy użytkownikami systemu. Powinno umożliwić interaktywną wymianę doświadczeń, wiedzy, stwarzać warunki do kontaktowania się z innymi użytkownikami (baza adresowa) oraz do prowadzenia dyskusji nad rozwiązywanymi problemami. Może to odbywać się w formie off-line przy pomocy listy dyskusyjnej czy forum oraz on-line za pomocą chat'u lub telekonferencji. Te opcje również powinny być zapewniane z poziomu konkretnej sekcji dedykowanej danemu urządzeniu udostępnianemu przez Wirtualne Laboratorium



Rysunek 4. Propozycja pierwszej strony Portalu Wirtualnego Laboratorium

Należy rozważyć możliwość wykorzystania w procesie budowania portalu Wirtualnego Laboratorium istniejących narzędzi służących do tego typu zadań. Konkretnym rozwiązaniem może być pakiet IPlanet™, a konkretnie IPlanet Portal Server i jego część składowa Instant Collaboration Pack, która teoretycznie pozwala na tworzenie telekonferencji w ramach portalu budowanego za pomocą IPlanet™. „Teoretycznie” ponieważ dostępne w sieci informacje na temat Iplanet Instant Collaboration Pack ograniczają się niestety tylko do marketingowych informacji o pakiecie oraz do Realase Notes dotyczących całego Portal Server'a (nie wiadomo czemu nazywanych dokumentacją) Nie pozwala to na dokonanie jednoznacznej oceny przydatności zarówno Portal Server'a jak i Instatnt Collaboration Pack do naszych celów.

SCHEMAT PORTALU WIRTUALNEGO LABORATORIUM



Rysunek 4. Schemat budowy portalu Wirtualnego Laboratorium

9 ZAKOŃCZENIE

Wirtualne Laboratoria z pewnością mają przed sobą wielką przyszłość. Postrzega się je jako pewne panaceum na problemy związane z zakupem drogich i unikatowych urządzeń czy z dostępem do nich (np. odległość). Obecnie technologie z nimi związane są dopiero w stanie raczkowania. Powstają nowe serwisy umożliwiające wykonanie prostych eksperymentów, w których można sterować niewielką liczbą parametrów.

Można zaryzykować stwierdzenie, że obecnie przygotowany jest grunt pod wirtualne laboratoria z prawdziwego zdarzenia. Tworzy się narzędzia sprzętowe (SGI Reality Center) i software'owe (CAVERN G2) umożliwiające porozumiewanie się i prezentację wyników na odległość. Jednak obecnie większość budowanych laboratoriów to konstrukcje mało zaawansowane, tworzone przez małą grupę ludzi dla potrzeb konkretnego eksperymentu.

Brak jest obecnie uniwersalnych narzędzi do tworzenia wirtualnych laboratoriów. Powstające rozwiązania przeznaczone są do zastosowań w określonym typie laboratoriów. Ich projektanci tworząc je najczęściej uzależniają ich budowę od specyfiki rozwiązywanych problemów. Istnieje potrzeba budowy pewnej struktury, którą będzie można zastosować (przystosować) do budowy każdego typu laboratoriów.

Budowa wirtualnych laboratoriów nie powinna się jednak ograniczać tylko i wyłącznie do narzędzi umożliwiających wykonanie eksperymentu ale również powinna zawierać narzędzia umożliwiające współpracę, wirtualne spotkania naukowców z różnych części świata współpracujących nad tym samym problemem. Początkowo mogą to być proste narzędzia typu chat, później mogą się rozwijać w systemy do przekazywania dźwięku, wideo i ewoluować w kierunku teleimersji. W przyszłości wirtualne laboratoria będą wykorzystywały teleimersję jako sposób wykonania eksperymentu. Można by sobie wyobrazić następujący scenariusz. Naukowiec wchodzi specjalnego pomieszczenia, zakłada odpowiedni strój: rękawice, kombinezon, hełm lub okulary i dzięki teleimersji znajduje się w wirtualnym świecie imitującym laboratorium z urządzeniami potrzebnymi do wykonania odpowiedniego eksperymentu. Dzięki bardzo dużemu stopniowi teleimersji możliwe jest by naukowiec np. włożył odpowiednią próbkę do spektrometru, nastawił wymagane parametry i uruchomił eksperyment oglądając na bieżąco jego wyniki. Po wykonanym eksperymencie będzie można przejrzeć wyniki podobnych eksperymentów np. biorąc z półki wirtualną książkę i porównać je z wynikami otrzymanymi przez siebie. W tym wirtualnym świecie będą możliwe również spotkania naukowców, w czasie których mogłaby się odbywać dyskusja na problemami, które ich nurtują.

Pomimo tego, że taki scenariusz brzmi obecnie jak opowiadanie typu science fiction to będzie on wkrótce bardzo prawdopodobny. Jest to tym bardziej realistyczne, że potrzebne do tego celu narzędzia już istnieją (SGI Reality Center Rooms, Cavern). Pewnym problemem okazują się tutaj przepustowości sieci komputerowych oraz moc maszyn obliczeniowych. Wszystko również wskazuje na to, że ograniczenia te wkrótce znikną. Powinniśmy wykorzystać ten czas twórczo by być przygotowanym na wejście nowych technologii.

A. DODATEK – OPIS AKTUALNYCH PROJEKTÓW

W tym rozdziale opisano aktualnie działające serwisy z podziałem na polskie i zagraniczne oraz z podziałem na dyscypliny naukowe. Oczywiście nie jest to kompletny zestaw dostępnych w sieci laboratoriów lecz tylko pewien przekrój.

9.1 SERWISY POLSKIE

Polskie strony WWW, na których możemy znaleźć Wirtualne Laboratoria. Są to jednak najczęściej proste applety w Javie lub JavaScript'cie.

9.1.1 Fizyka

Wydział Fizyki i Techniki Jądrowej AGH <http://www.ftj.agh.edu.pl/wfitj/java/>

9.1.2 Elektronika

Politechnika Warszawska Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych Instytut

Radioelektroniki <http://tiger.ire.pw.edu.pl/vl/>

Politechnika Rzeszowska – Układy Elektromechaniczne

<http://delta.prz.rzeszow.pl/MUELabWirt/index.htm>

9.2 SERWISY ZAGRANICZNE

9.2.1 Fizyka

PhysicsWeb <http://physicsweb.org/TIPTOP/VLAB/>

9.2.2 Chemia

Nobel -The Virtual Biochemistry Laboratory <http://www.nobel.se/chemistry/educational/vbl/>

LITERATURA

1. „Laboratorium wirtualne z wykorzystaniem infrastruktury HPC/HPV”, Marian Bubak, Jacek Madajczyk, Norbert Meyer
2. Afsarmanesh, H., Benabdelkader, A., Kaletas, E.C., Garita, C., and Hertzberger, L.O.: Towards a Multi-layer Architecture for Scientific Virtual Laboratories. In: *Bubak, M., Afsarmanesh, H., Williams, R., Hertberger, B., (Eds.), Proc. Int. Conf. High Performance Computing and Networking, Amsterdam, May 8-10, 2000*, Lecture Notes in Computer Science **1823**, 162-176, Springer, 2000
3. Proceedings of the 26th Euromicro Conference. EUROMICRO 2000. Informatics: Inventing the Future. IEEE Comput. Soc. Part vol.2, 2000, vol.2. Los Alamitos, CA, USA.
4. Khettry D, Xian-He Sun. A Windows-NT virtual collaboratory for technical computing. Fifth NASA National Symposium on Large-Scale Analysis, Design and Intelligent Synthesis Environments. Williamsburg, VA, USA. 12-15 Oct. 1999. Elsevier. *Advances in Engineering Software*, vol.31, no.8-9, Aug.-Sept. 2000
5. National Tele-immersion Initiative: <http://www.advanced.org/teleimmersion.html>
6. TIDE: <http://www.evl.uic.edu/scharver/research.html>
7. Proceedings of the 26th Euromicro Conference. EUROMICRO 2000. Informatics: Inventing the Future. IEEE Comput. Soc. Part vol.2, 2000, vol.2. Los Alamitos, CA, USA.
8. Khettry D, Xian-He Sun. A Windows-NT virtual collaboratory for technical computing. Fifth NASA National Symposium on Large-Scale Analysis, Design and Intelligent Synthesis Environments. Williamsburg, VA, USA. 12-15 Oct. 1999. Elsevier. *Advances in Engineering Software*, vol.31, no.8-9, Aug.-Sept. 2000,
9. Keating KA, Myers JD, Pelton JG, Bair RA, Wemmer DE, Ellis PD. Development and use of a virtual NMR facility. *Journal of Magnetic Resonance*, vol.143, no.1, March 2000, pp.172-83.
10. <http://www.emsl.pnl.gov:2080/docs/collab/>
11. Nicholas P, Fushman D, Ruchinsky V, Cowburn D. The Virtual NMR Spectrometer: a computer program for efficient simulation of NMR experiments involving pulsed field gradients.
12. “*Journal of Magnetic Resonance*”, vol.145, no.2, Aug. 2000, pp.262-75.
13. Reality Center Overview - <http://www.sgi.com/realitycenter/overview.html>
14. NASA Future Flight Central - <http://ffc.arc.nasa.gov/>
15. National Tele-Immersion Initiative - <http://www.advanced.org/teleimmersion.html>
16. The Virtual Laboratory: Using Networks to Enable Widely Distributed Collaboratory Science <http://www-itg.lbl.gov/~johnston/Virtual.Labs.html>
17. CHIP 2/2001
18. University of Illinois at Chicago Electronic Visualization Laboratory <http://www.evl.uic.edu/scharver/research.html>
19. Open Channel Foundation – CAVERN G2 - http://www.openchannelsoftware.org/projects/CAVERNsoft_G2/
20. Virtual Reality based Simulation Laboratory – <http://www.hlrs.de/organization/vis/projects/vrslab.html>
21. Jaron Lanier, „Wirtualna obecność” http://www.proszynski.pl/czasopisma/swiatnauki/arch_text/200106-01.html
22. National Tele-immersion Initiative: www.advanced.org/teleimmersion.html

24. Teleimersja w Brown University: www.cs.brown.edu/~ish/telei.html
25. Teleimersja w University of North Carolina w Chapel Hill:
www.cs.unc.edu/Research/stc/teleimmersion/
26. Teleimersja w University of Pennsylvania:
www.cis.upenn.edu/~sequence/teleim1.html
27. Internet2: www.internet2.edu/html/tele-immersion.html
28. Wyświetlacze autostereoskopowe: www.mrl.nyu.edu/projects/autostereo
29. MOO home page <http://www.moo.mud.org/>
30. LambdaMOO information
<http://www.ccs.neu.edu/home/eostrom/muds/lambdamoo.html>
31. Lingua MOO <http://lingua.utdallas.edu/>
32. Valley City State University <http://newton.vcsu.nodak.edu/>
33. Globus Porject <http://www.globus.org/>
34. Legion <http://legion.virginia.edu/>