

X Konferencja PLOUG
Kościelisko
Październik 2004

Wybrane zagadnienia informatyczne zintegrowanego projektu DAIDALOS

prof. Czesław Jędrzejek

*Institut Automatyki i Inżynierii Informatycznej, Politechnika Poznańska,
Plac Curie Skłodowskiej 5, Poznań
ITTI, ul. Palacza 91A, Poznań
czeslaw.jedrzejek@put.poznan.pl*

Abstrakt

Niniejszy artykuł prezentuje przegląd zagadnień stanowiących ważną część zadań realizowanych przez ITTI w ramach projektu DAIDALOS. DAIDALOS realizuje cel strategiczny Komisji Unii Europejskiej: Sieci mobilne i bezprzewodowe w okresie po 3G. Projekt zawiera bardzo duży element inżynierii systemów. Zanalizowane zostaną następujące zagadnienia:

1. Porównanie funkcjonalności architektury DAIDALOS z architekturami Parlay i usług sieciowych
2. Wybór metodyki projektowania systemów w warunkach projektu zintegrowanego
3. Koncepcja architektury systemu A4C
4. Techniczne doświadczenia stosowania platformy Open Diameter
5. Analiza narzędzi do modelowania systemów.

W podsumowaniu przedstawione zostaną dotychczasowe wyniki szczegółowe projektu DAIDALOS oraz uwagi ogólne dotyczące realizacji dużego projektu europejskiego przez polski zespół. Jednym z wniosków jest różnica w podejściu do projektowania systemów informatycznych działów badawczo-rozwojowych i produkcyjnych firm globalnych wynikłych z faktu, że wynikami projektów IST są na ogół jednorazowe prototypy i nastawienie się na systemy otwarte (open source). Przedstawione też zostaną przykłady strategii wykorzystania projektów europejskich do podwyższenia konkurencyjności przedsiębiorstw i uczelni.

1. Wstęp

Artykuł ten przedstawia pewne ogólne i szczegółowe aspekty projektu DAIDALOS¹[1].

Zintegrowane projekty Komisji Unii Europejskiej 6 Programu ramowego są bardzo dużymi przedsięwzięciami skupiającymi 30-50 organizacji (DAIDALOS obejmuje 39 partnerów w I fazie projektu) często z budżetem ponad 20 milionów Euro. O skali i złożoności projektu DAIDALOS może świadczyć fakt, że poszczególne jego pakiety robocze (które do pewnego stopnia można utożsamiać z warstwami architektury) bazują na wcześniejszych projektach IST. W zakresie systemu zapewniania jakości transmisji w warstwie IP (IP QoS) głównym poprzednikiem projektu DAIDALOS jest projekt MOBY DICK [2], a przy procesie tworzenia platformy dostarczania usług multimedialnych MMSPP (MultiMedia Service Provisioning Platform) kluczowe są rezultaty projektu IST MIND [3] odnoszące się do rozproszonej architektury dostarczania strumieni multimedialnych.

Celem projektu DAIDALOS jest zaprojektowanie architektury sieci wykraczającej poza systemy trzeciej generacji (Beyond 3G), która umożliwi wprowadzanie usług teleinformatycznych oferowanych w dowolnej technologii dostępowej w sposób jednolity.

Jest to związane z rozwiązaniem szeregu zagadnień na poziomie sieciowym w heterogenicznej infrastrukturze biznesowej i technicznej, m.in. :

- bezpieczeństwo infrastruktury zapewniającym ochronę interesów użytkownika, operatora sieci i usługodawcy,
- konfiguracja i świadczeniem usług obejmujące personalizację usług, zapewnianie powszechnej dostępności usług i adaptację treści (*personalisation, pervasiveness, content adaptation*), oraz nowe sposoby taryfikacji, zachęcającej użytkownika do korzystania z usług oraz rozliczania skorelowanych usług
- integracja wielu protokołów, głównie IETF, 3GPP oraz OSGi [4] i współtworzenie nowych standardów.

Z punktu widzenia infrastruktury sieciowej najbardziej istotne są procedury przełączania inicjowane przez terminal (*terminal-initiated handover*) oraz inicjowane przez sieć (*network-initiated handover*). Będą one realizowane przy wykorzystaniu protokołów Mobile IPv6 oraz Fast Mobile IPv6. DAIDALOS proponuje innowacyjne rozwiązania dla rozgłoszeniowych usług mobilnych, np. w zakresie przygotowania danych do naliczania opłat.

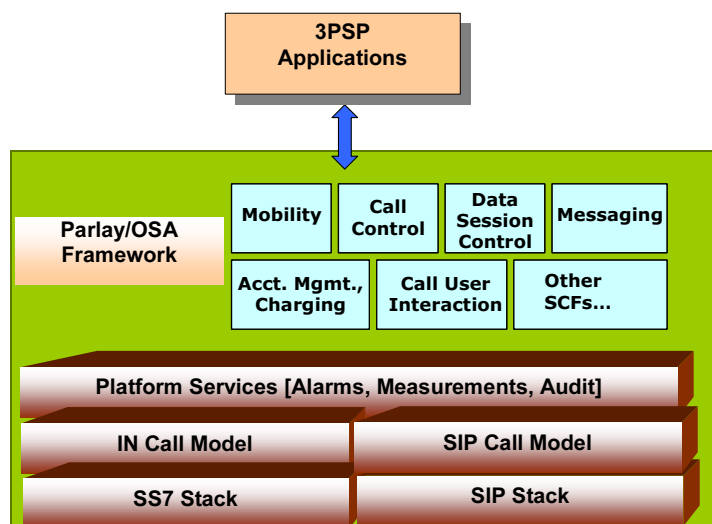
Wyniki projektu powinny prowadzić do implementacji prototypu. W fazie 0 nastąpi to w lutym 2005 r. Głównymi miejscami testowymi są Stuttgart (Niemcy), Aveiro (Portugalia) (realizujące scenariusz usług na uniwersytecie) oraz Sophia Antipolis (samochód testowy BMW). Łączność pomiędzy tymi lokalizacjami jest zapewniana przez sieć IPv6 Gèant.

2. Porównanie architektur DAIDALOS, Parlay i usług sieciowych

Zwiększona funkcjonalność w warstwie łącza danych powoduje, że stosowane architektury informatyczne mianowicie Parlay [5] oraz usługi sieciowe [6] (*Web services*²) dadzą się wykorzystać w projekcie DAIDALOS w ograniczonym stopniu. Standard Parlay został zatwierdzony przez ETSI Technical Committee Services and Protocols for Advanced Networks (SPAN) jako ETSI ES 202 915-11 V1.2.1 (2003-08). Obecnie, (koniec września, 2004) składa się on z 3 części ogólnych oraz 11 funkcjonalności (*Service Capability Features, SCF*). Całość zapewnia otwarty dostęp do usług (*Open Service Access, OSA*).

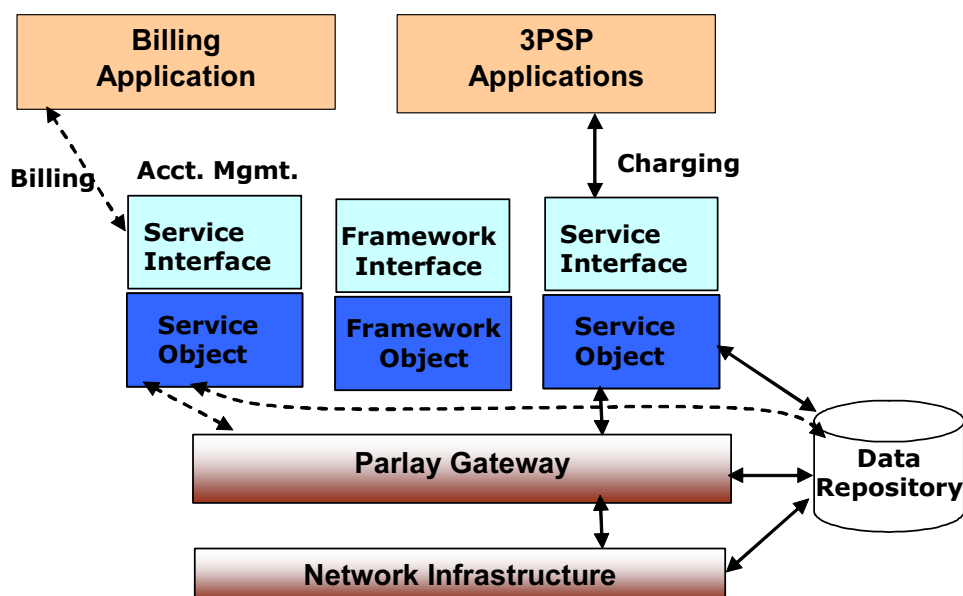
¹ DAIDALOS, Designing Advanced Interfaces for the Delivery and Administration of Location independent Optimised personal Services – Projektowanie Zaawansowanych Rozwiązań do Świadczenia Personalizowanych Usług Sieciowych i Zarządzania Usługami. IST 2002-IST1 Contract No. 506997

² „A Web service is a software application identified by a URI, whose interfaces and bindings are capable of being defined, described, and discovered as XML artifacts. A Web service supports direct interactions with other software agents using XML based messages exchanged via internet-based protocols.“ (W3C)



Rys. 1. Ogólna architektura Parlay (niskopoziomowe usługi: np. zarządzanie alarmami i obsługa stosu SS7 lub SIP nie są objęte API standardu Parlay)

Framework dostarcza podstawowych usług połączeniowych i autoryzacji. W systemie DAIDALOS ten element jest o wiele bardziej rozbudowany, np. w elemencie świadczenia usług multimedialnych.



Rys. 2. Przepływ informacji w zakresie danych do naliczania opłat (*accounting*) i billing w systemie Parlay

Podobnie jest z innymi funkcjonalnościami np. pozyskania danych do naliczania opłat. W systemie DAIDALOS system ten współpracuje z systemami pomiaru oraz brokerem QoS (zapewnienia jakości)

Usługi sieciowe są *service-oriented*, a styl interakcji to żądanie/odpowiedź. W przeciwieństwie do systemu DAIDALOS wiadomości nie zawierają informacji o zasobach (nie są *resource oriented*). Transakcje dotyczą pojedynczych interakcji, bez odwołania do warstw niższych przez co aplikacje mogą być tworzone przez programistów o niewielkim doświadczeniu w zakresie teleko-

munikacji. Porównanie środowisk DAIDALOS, Parlay i usług sieciowych (WS) jest zawarte w Tabeli 1.

Tabela 1. Porównaniu środowisk DAIDALOS, Parlay i usług sieciowych (WS)

Function	Parlay Environment	Web Services Environment	Daidalos Environment
Service Registration	Framework (<i>Service Registration</i>)	Web Service Registry (<i>publish</i>)	Similar to WS
Service Discovery	Framework (<i>Service Discovery</i>)	Web Service Registry (<i>find</i>)	Extension of WS
Service Parameter Negotiation	Framework (<i>Service Selection</i> and <i>Service Agreement Management</i>)	Not yet defined (WS-Policy or WS-SLA possibly)	Strongly supported by QoS Broker
Service Interface Definition Repository	Framework (<i>Service Registration</i> and <i>Service Discovery</i>)	Web Service Registry	Similar to WS
Service Interface Publication	Direct Publication of service interface types (e.g., standard specifications in UML + adopted mapping)	Web Service Registry or direct publication of service descriptions	Similar to WS
Service Binding	Framework (<i>Service Lifecycle</i>)	Service Interface Definition (<i>binding information</i>)	Not fully specified yet
Authentication	Framework (<i>Initial Access and Authentication</i>)	WS-Security scope	Based on Diameter and SAML* [7]
Authorization	Framework (<i>Service Discovery</i> and <i>Service Selection</i>)	WS-Security scope	Based on Diameter and PANA/EAP [8]
SLA-enforcement	Framework (e.g. <i>Service Agreement Management</i> , <i>Service Lifecycle</i>) + Service Object	Not yet defined (WS-SLA possibly)	Strongly enforced
Service Functions	Service Object	Service	Less defined
Accounting (of service usage)	Framework (e.g., <i>Journaling</i>) + Service Object	Implementation specific	Comprehensive solutions integrating many recent IETF drafts and RFC
Load balancing support	Framework (<i>Integrity Management</i>)	Implementation specific	Less attention
Fault-tolerance support	Framework (<i>Integrity Management</i>)	Implementation	Less attention to scalability and fault tolerance

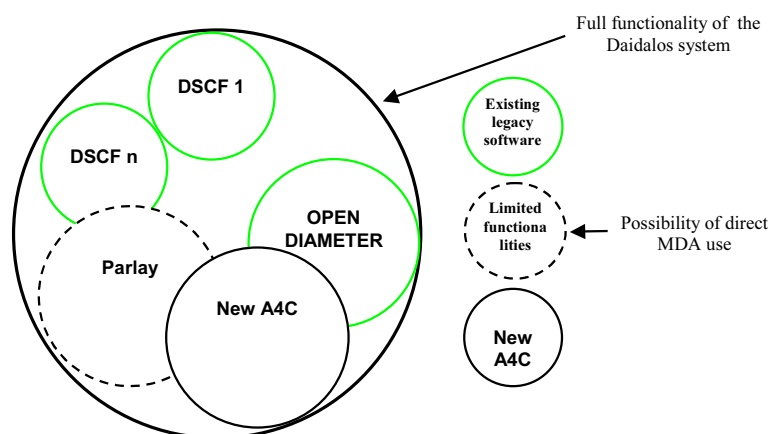
Function	Parlay Environment	Web Services Environment	Daidalos Environment
Type of services	Prepaid, postpaid and event based	event based	Prepaid, postpaid and event based (multimedia oriented, compatible with MPEG 7 and MPEG 21)
Type of information in messages	service-oriented and resource-oriented	service-oriented	service-oriented and resource-oriented
Interaction between the Application and the Service.	strong	minimal	Very strong
Signalling	Internal CORBA or wsdl	No end-to-end signalling	end-to-end signalling SIP
Network capabilities	Mobility, call-connection	Minimal (http type protocols)	Very comprehensive: Mobility, call-connection (SIP), service adaptation
System interface and object formalism	Comprehensive (full specification)	Full specifications in upper application layer	Mixed (legacy code reuse)
Maturity	Commercial stage	Approaching	Very novel but no complete formal specifications
Type of system interfaces and protocols	No protocols	W3C and Oasis protocols	IETF protocols and other standardised solutions in addition to internal interfaces
Technical platform for services, resources	Not concerned with network – only network interfaces	Internet	CAON** as part of MMSPP (equivalent of IMS in 3GPP)
Broadcast	None supported in a native way	None supported in a native way	supported

SAML* – Security Assertions Markup Language; CAON** (Content Adaptation Overlay Network); MMSPP - Multimedia Service Provision Platform

Z punktu widzenia systemów informatycznych ważne jest porównanie sposobu komunikacji. Usługi sieciowe nie używają rozproszonych obiektów (nie ma żądań instancjacji zdalnych obiektów). Komunikacja polega na wymianie dokumentów XML. W Parlay nie ma argumentów wyjściowych metod, tylko typu In, przez co osiąga się wywołanie asynchroniczne. Na takie wywołanie się nie czeka (nie jest synchroniczne i nie blokuje). Ale żeby zwrócić wynik do serwera jest przesyłany wskaźnik do obiektu w kliencie. Serwer wysyła więc wywołanie RPC do tego obiektu (też bez argumentów typu Out). Taki sposób komunikacji jest określony w Parlay jako *callback*. W projekcie Daidalosis prowadzone są prace nad oparciem komunikacji głównie na protokole SIP, a użycie innych sposobów komunikacji w modułach typu *legacy*.

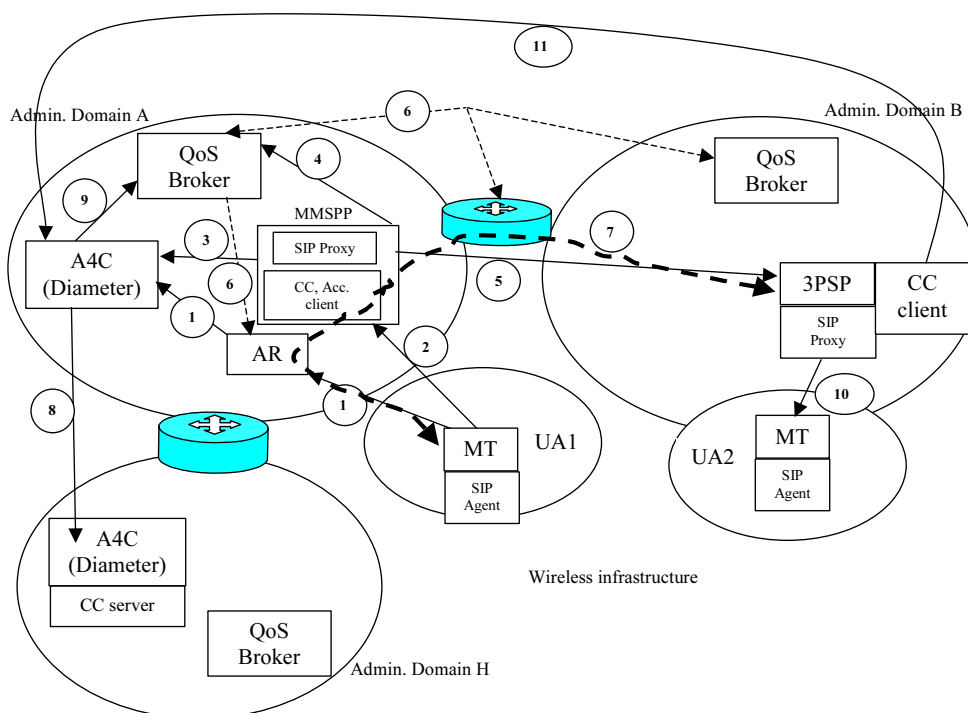
3. Wybór metodyki projektowania systemów w warunkach projektu zintegrowanego

Na Rys. 3 przedstawiono problem stworzenia kompleksowego systemu przy wykorzystaniu istniejących elementów realizujących część wymagań. Problem zarządzania projektem zintegrowanym, przebiegiem pracy, modelowaniem systemu, oraz jego implementacją jest wyjątkowo złożony głównie z kilku powodów: spowodowanych niejednorodnością konsorcjum i trudnością z powtórным użyciem istniejącego oprogramowania. Wiąże się to z faktem, że systemy telekomunikacyjne zawierają coraz większy element informatyczny. Projekt obejmuje kilkadziesiąt podsystemów w kilku warstwach OSI. Partnerzy wnoszą istniejące elementy, pod różnymi platformami. Tym niemniej do realizacji projektu potrzebne są w miarę jednolite platformy i narzędzia. Celem projektu jest wykonanie działającego prototypu projektu (w skrajnie niekorzystnych przypadkach może to dotyczyć jedynie demonstracji wyników, przy niekoniecznie w pełni działającym systemie). Powtórne użycie systemu, niezawodność i inne atrybuty produktów nie są celem projektu.



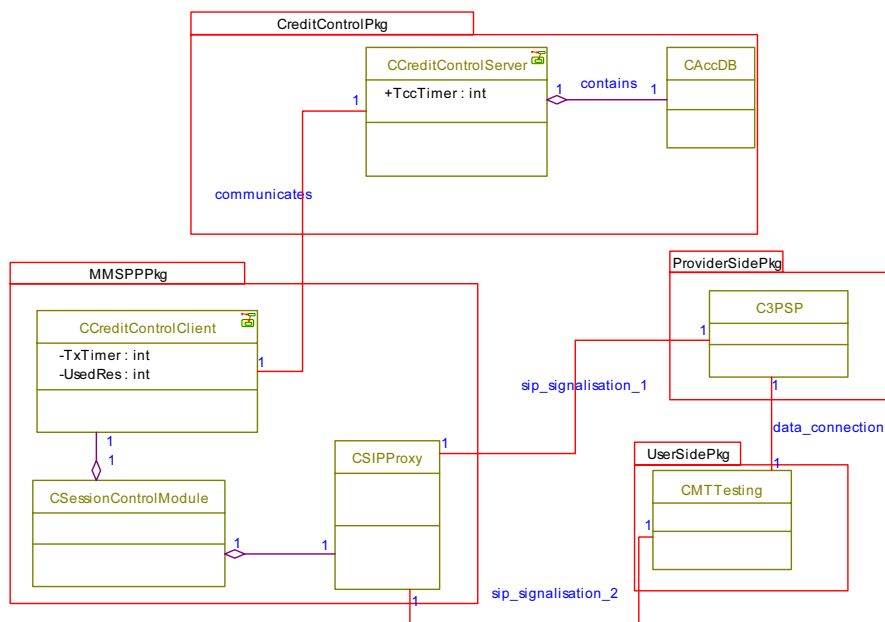
Rys. 3. Zakres funkcjonalności projektu DAIDALOS i istniejących rozwiązań dostępnych na rynku, zarówno w postaci rozwiązań komercyjnych, otwartych platform np. Parlay [5] i otwartego oprogramowania. DSCF oznacza DAIDALOS SCF przez analogię do Parlay.

Stąd częściowo wynika dlaczego w zakresie inżynierii systemów informatycznych nie przyjęto metodologii Model Driven Architecture (MDA) [9]. MDA jest zbiorem standardów: Unified Modeling Language (UML), Meta-Object Facility (MOF), XML Meta-Data Interchange (XMI) oraz Common Warehouse Meta-model (CWM) i jest coraz częściej stosowana w przypadku projektów „od początku”. DAIDALOS zrezygnował z rozdziału modelu (PIM) od implementacji (PSM) jako ogólnej zasady. Może być to kosztowna decyzja w skali życia projektu (5 lat przy założeniu fazy II). W krótkim horyzoncie czasowym implementacja protokołów (w odróżnieniu od interfejsów) i generacja kodu jest trudna do zrealizowania. Zespół na Politechnice Poznańskiej realizuje program autoryzacji o ograniczonej w porównaniu z projektem DAIDALOS funkcjonalności (Rys. 4) w formie prac magisterskich. Wykorzystano narzędzie i-Logix Rhapsody [10] do generacji modelu standardu Diameter, Diameter Credit Control, SIP do przekazywania stanów *accounting* oraz usługi *Presence*. Przykładowy pakiet z ukrytymi parametrami przedstawiono na Rys. 5.



Rys. 4. Sygnalizacja autoryzacji w infrastrukturze DAIDALOS.

Na Rys. 4. oznaczenia są następujące: 3PSP – Third Party Service Provider; A4C – Authentication, Authorization, Accounting, Auditing, and Charging; AR – Access Router; CC – Credit Control; MT – Mobile Terminal; SIP – Session Initiation Protocol; UA – User Agent.



Rys. 5. Pakiety utworzone przy pomocy systemu i-Logix Rhapsody, dla których zaprogramowano maszyny stanowe

Praca ta zostanie wykorzystana w projekcie DAIDALOS przy realizacji podsystemu naliczania opłat w technologii MDA.

4. Zadania ITTI w projekcie DAIDALOS

Zadania (ang. *activities*) przewidziane do realizacji przez ITTI w ramach projektu wchodzi w skład dwóch pakietów roboczych (ang. *workpackage*):

WP3: Architektura usługowa: zarządzanie siecią i dostawą usług (ang. *Services and Network Management & Provision*): W ramach pakietu roboczego WP3 ITTI bierze udział w następujących zadaniach:

- WP 3.4: Uwierzytelnienie, Autoryzacja, Przygotowanie danych do naliczania opłat, Audyt, oraz Naliczanie opłat (ang. *Authentication, Authorisation, Accounting, Auditing, and Charging, A4C*)
- WP 3.5 Platforma tworzenia usług (ang. *Service Creation Platform*) oraz

WP5: Demonstracja wyników projektu i integracja systemu DAIDALOS

W ramach tego Pakietu roboczego ITTI kieruje zadaniem WP5.2 integracja systemu DAIDALOS. Wykorzystując 3 zdefiniowane lokalizacje testowe (Univ. Stuttgart, Univ. Aveiro oraz Univ. Sophia Antipolis) oraz wykonane moduły oraz podsystemy zostanie wykonana pełna integracja systemu.

W ramach zadania WP 3.4 firma ITTI zaproponowała uproszczoną architekturę A4C, zmniejszającą liczbę odwołań do silnika uwierzytelnienia Diameter. Wykazano też, że planowane przez konsorcjum użycie otwartej platformy Open Diameter jako implementacji protokołu RFC 3588 może spowodować problemy wydajnościowe. Zaproponowano metodę ulepszonej implementacji rodziny protokołów opartych o platformę Diameter. Z uwagi na dużą liczbę gotowych modułów opracowanych przez konsorcjum DAIDALOS w poprzednim programie: Moby Dick konsorcjum zdecydowało jednak o kontynuacji zaangażowania w Open Diameter.

ITTI przewodniczy podzadaniu 3.4.3: Taryfikacja i naliczanie opłat zachęcających użytkowników do korzystania z usług (ang. *User-incentive Compatible Pricing and Charging*). Trwają prace ITTI w zakresie implementacji hybrydowych schematów naliczania opłat, w szczególności opłat za zdarzenia połączonych z opłatami za ruch.

W ramach zadania WP 3.5 ITTI bierze udział w dwu podzadaniach:

Podzadanie: 3.5.1: Platforma do dynamicznie konfigurowalnej dostawy usług (ang. *Platform for dynamic service provisioning*)

W ramach tego podzadania ITTI opracowuje:

3.5.1.a wymagania związane ze scenariuszem związanym z aplikacjami mobilnymi użytkownika poruszającego się samochodem (ang. *Automobile scenario*)

3.5.1.b interfejsy pomiędzy modułem uwierzytelnienia A4C oraz platformą multimedialną MMSPP. Wynik tych prac stanowi część dokumentu Deliverable 3.5.1 "Multimedia Service Provision Platform Design Specification" – specyfikacja MMSPP.

Podzadanie: 3.5.2: Platforma konfiguracji do automatycznej konfiguracji i adaptacji usług strumieniowania (ang. *Auto Configuration and Adaptation Mechanisms for streaming services*). ITTI jako część zespołu opracował wstępną koncepcję adaptacji i głównych modułów realizujących adaptację: koordynator adaptacji (ang. *Content Adaptation Coordinator*) i moduł sterujący procesem adaptacji strumienia (ang. *Decision Taking Engine*). Wynikiem dotychczasowej pracy dotyczącej zabezpieczenia strumienia przed stratami pakietów i utrzymania jakości dźwięku jest [12]

W zakresie pakietu roboczego WP5 prace ITTI będą głównie skoncentrowane w podzadaniu WP5.2.1: wstępna integracja polegająca na opracowaniu jednolitych metod testowych i interfejsów.

Pakiety robocze WP2-WP4 co prawda posługują się ogólnymi metodami rozwoju oprogramowania, ale należy się spodziewać wielu niekompatybilności.

5. Przegląd realizowanych zagadnień

Architektura A4C głównie w aspekcie naliczania opłat

System A4C (Authentication, Authorization, Accounting, Audit, Charging) jest silnikiem uwierzytelnienia, autoryzacji, przygotowania danych do naliczania opłat (accounting), audytu i naliczania opłat i jest kluczowy dla świadczenia usług przez operatorów zwłaszcza dla usług wychodzących poza podstawową usługę głosową. Standardem wśród dostawców usług jest system Radius.

Protokoły typu Radius i Diameter powstały z intencją stworzenia standardu umożliwiającego integrację rozproszonych systemów A4C. Możliwość wymiany informacji między wieloma dziedzinami A4C (w terminologii wspomnianych protokołów dziedziny określane są jako *realms*), wydaje się być jednym z kluczowych czynników decydujących o powodzeniu zamierzeń związanych z Internetem nowej generacji. Dotyczy to zwłaszcza kwestii mobilności i kontroli dostępu do usług oraz związanego z tym zagadnienia rozliczania.

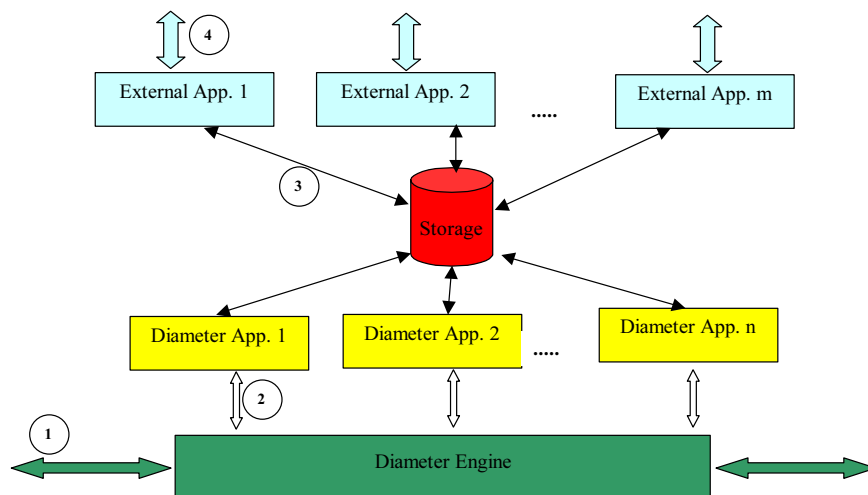
System scentralizowany, lub ew. ograniczony do jednej homogenicznej dziedziny nie wymagał jeszcze standardów o randze protokołu komunikacyjnego. Inaczej jest w przypadku powszechnego dostępu do usług: użytkownicy jak i dostawcy treści oraz połączeń są zróżnicowanymi podmiotami, które muszą być wzajemnie skorelowane poprzez A4C. Rozszerzalność protokołu Diameter, umożliwiająca definiowanie i implementacje wyspecjalizowanych aplikacji jest szczególną jego zaletą.

Organizacja IETF rozwija zestaw standardów Diameter od 2000 r. Najnowsze z nich są w formie wersji wstępnych (ang. *drafts*) i obejmują oprócz podstawowego zalecenia RFC 3588 Diameter Base Protocol [13] następujące aplikacje [14]:

- Diameter Mobile IPv4 Application – zezwala za przekazanie połączenia (ang. handoff) NASREQ – aplikacja zapewniająca dostęp do sieci,
- Diameter EAP – protokół do transportu wiadomości EAP,
- Diameter Credit-control – aplikacja realizująca naliczanie opłat typu pre-paid
- Diameter SIP – autoryzacja aplikacji dla sesji SIP.

Przygotowanie danych do naliczania opłat zawiera się w Diameter Base Protocol.

Grupa ITTI zaproponowała scentralizowaną architekturę systemu A4C (Rys. 6)



Rys. 6. Generyczna architektura podsystemu A4C w projekcie DAIDALOS zaproponowana przez ITTI z następującymi interfejsami:

Interfejs 1 – protokół Diameter

Interfejs 2 – wywołania Diameter API do aplikacji Diameter obsługujące komendy i tzw. AVPs,

Interfejs 3 - interfejs do bazy danych (np. ODBC),
 Interfejs 4 –interfejs różny od Diameter (np. SNMP).

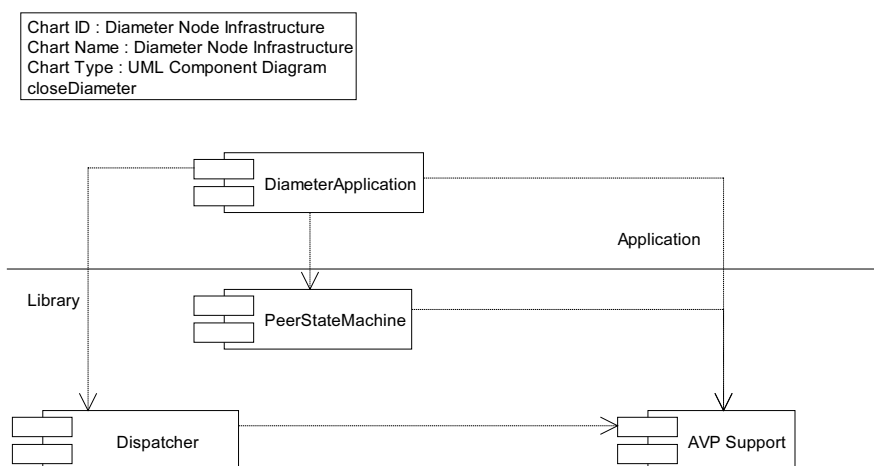
DAIDALOS zamierza rozwiązać następujące problemy:

- utrzymanie skalowalnej architektury mimo obsługi wielu protokołów, każdy z których jest oddzielną maszyną stanów (w tym PANA, Mobile IP6, EAP i SAML)
- zabezpieczenie bezpiecznych i niezawodnych transakcji do Storage (magazynu danych).

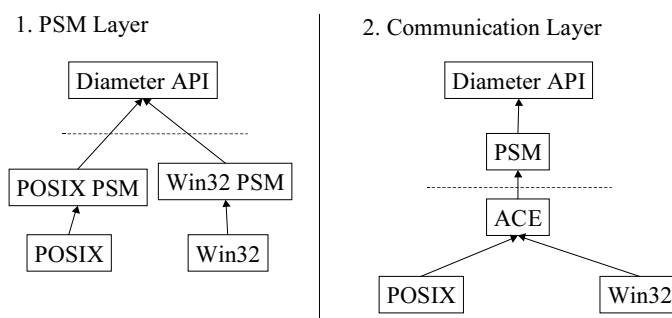
Produkty komercyjne o podobnej funkcjonalności nie pojawią się przed upływem kilku lat. Kwestia reprezentacji danych w użytych protokołach nie jest jeszcze rozwiązana. Konsolidacja danych z wykorzystaniem XML prawdopodobnie zostanie odłożona do fazy II projektu.

Zagadnienia wydajności silnika A4C

W tym zakresie skupiono się na technicznych aspektach skalowalności silnika Diameter wychodząc z implementacji Open Diameter (OD) [15]. Zaproponowano następującą architekturę (diagram UML, Rys. 7 oraz struktura warstwowa MDA, Rys. 8).



Rys. 7. Ogólna architektura modularnej biblioteki A4C (Diameter), opartej na podziale na niezależne podsystemy



Rys. 8. Struktura warstwowa MDA: Przenośność na poziomie transportu w zestawieniu z przenośnością na poziomie maszyny stanowej

Wątkowo niezależna maszyna stanowa połączeń (Thread Neutral Peer State Machine)

Niezależność wątkowa, oznaczająca że kod jest wykonywany poprawnie w każdym modelu wielowątkowym, jest ze wszech miar pożądaną cechą poprawnie zaprojektowanego programu. Dotyczy to zwłaszcza implementacji serwerów, w tym serwerów przewidzianych do uruchomienia na platformach wieloprocesorowych. Swoboda w wyborze między implementacją w modelu jedno- i wielowątkowym pozwala na minimalizację narzutu związanego z przełączaniem oraz na dostosowanie liczby wątków roboczych do liczby dostępnych procesorów. Poprawność, chodzi głównie choć nie tylko o sprawiedliwość czyli niedopuszczenie do zagłodzenia, algorytmu powinna być niezależna od liczby wątków.

Biblioteka OD nie ma takiej niezależności – przy czym wersja 1.0.7 choć poprawnie szereguje obsługę pojawiających się zdarzeń, nadal zakłada konieczność utrzymywania oddzielnych wątków dla poszczególnych połączeń. Inaczej jest w przypadku zaproponowanej maszyny wątkowo niezależnej. W tym przypadku każdy wątek dysponuje własną kolejką (konkretnie obiektem potoku), który może być dowolnie przyporządkowany do połączeń. Implementacja zarówno po stronie źródła zdarzeń jak i ich obsługi nie musi uwzględniać liczby użytych wątków. Jedynie w przypadku braku obsługi wywołań asynchronicznych (co niestety dotyczy wielu platform Unix) stosowane są pomocnicze wątki zablokowane na wywołaniach synchronicznych. Technika ta jest przykładem zastosowania ogólnej metody symulacji wywołania asynchronicznego [RAW].

Jest to przykład przewagi platformy Win32 nad POSIX. Mechanizmy asynchronicznego powiadomiania aplikacji o zdarzeniach zewnętrznych, takie jak porty zakańczające czy też gniazda asynchroniczne dostępne są jedynie na Win32. Chociaż w najnowszej wersji POSIX [AIO] wprowadzono rozszerzenia czasu rzeczywistego takie jak asynchroniczne wejście-wyjście, to ustępują one elastyczności funkcji Win32, co więcej na wielu platformach Unix nie są jeszcze dostępne. Z tego powodu obecna implementacja bazuje na symulacji poprzez tzw. pseudo-zadania. Co ciekawe, podobną metodę zastosowano w architekturze *proactor* w bibliotece ACE [16].

Architektura świadczenia strumieniowych usług multimedialnych

Jednym z celów projektu DAIDALOS jest stworzenie kompleksowej architektury transmisji strumieni multimedialnych w sieciach IP nowej generacji, tj. sieciach heterogenicznych (w tym bezprzewodowych) i wyposażonych w mechanizmy zapewniania jakości transmisji na poziomie warstwy sieci IP (IP QoS). Architektura ta ma postać nakładkowej sieci adaptacji treści CAON (Content Adaptation Overlay Network) składającej się z rozproszonych węzłów (serwerów) adaptacji treści CAN (Content Adaptation Node), które są koordynowane centralnie przez serwer MM-SPB (MultiMedia Service Provisioning Broker) pełniący funkcję brokera usług dostarczania treści multimedialnych oferowanych przez platformę MMSPP. Zadaniem sieci CAON jest optymalne (z punktu widzenia jakości postrzeganej przez użytkowników) wykorzystanie zasobów transmisyjnych sieci do świadczenia audiowizualnych usług strumieniowych, takich jak wideokonferencje, przekazy rozświetlone (ang. *broadcast*) czy “wideo na żądanie”. W tym celu stosuje się realizowaną w warstwie aplikacji technikę komunikacji punkt-wielopunkt (ang. *application-layer multicast*) łącznie z techniką wielostopniowej adaptacji strumieni multimedialnych). Pierwsza z metod pozwala unikać niepotrzebnej transmisji wielu strumieni w trybie punkt-punkt (ang. *unicast*), jeśli dla danego fragmentu drogi transmisji mogą być one zastąpione pojedynczym strumieniem. Realizacja komunikacji punkt-wielopunkt w warstwie aplikacji ma na celu uniezależnienie się od analogicznych mechanizmów realizowanych w warstwie sieci, co jest szczególnie istotne w przypadku świadczenia usług w sieciach heterogenicznych.

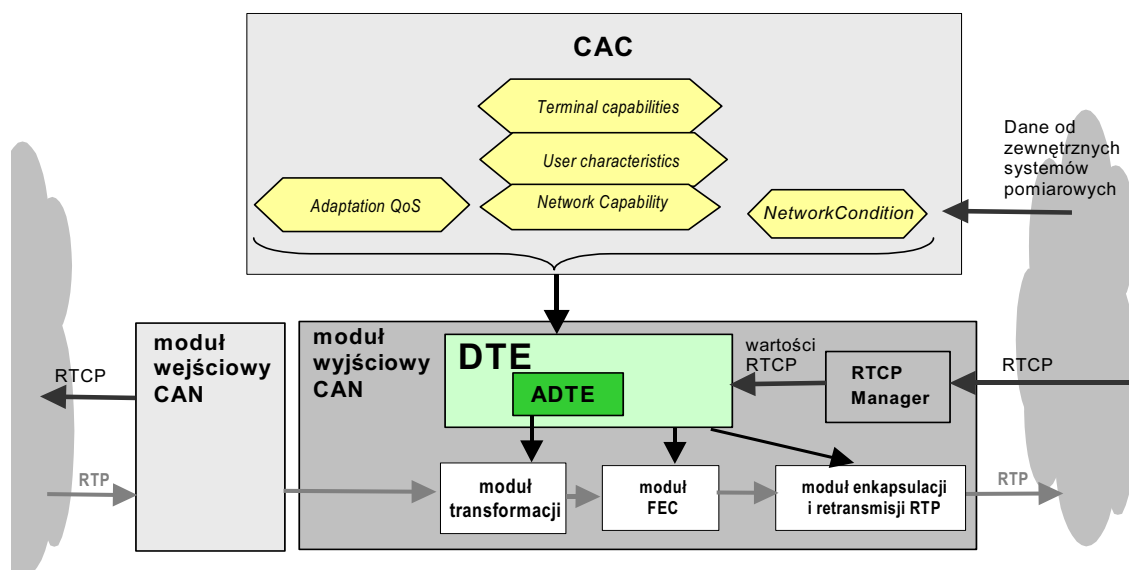
Metoda adaptacji strumieni audiowizualnych to grupa mechanizmów służących przesyłaniu strumieni multimedialnych, zdolnych do reagowania na zmieniające się warunki transmisji w sposób zapewniających efektywne wykorzystanie dostępnych zasobów sieci IP. Do warunków transmisji zalicza się zarówno jakość transmisji oferowaną w sieci IP, jak i możliwości terminali wyko-

rzyszywanych przez uczestników sesji (ang. *terminal capabilities*) czy preferencje użytkowników (ang. *user preferences*).

Jeden z wykonawców ITTI (A. Szwaab) wraz partnerami z innych ośrodków (w tym uczestniczącymi w pracach standardu MPEG-21) współtworzy specyfikację i implementację węzła adaptacji CAN, w szczególności moduł określany jako Decision Taking Engine (DTE). Działa on w obrębie węzła adaptacji i odpowiedzialny za możliwie optymalne reagowanie na zmieniające się warunki transmisji strumienia. Zmiany te są konsekwencją nie tylko typowego dla sieci IP zjawiska natłoku; wynikają one również ze specyfiki transmisyjnej łączy bezprzewodowych oraz faktu przemieszczania się użytkowników (prowadzącego niekiedy do “płynnej” zmiany domeny sieciowej wykorzystywanej w trakcie pojedynczej sesji). Na sterowaną przez “inteligentny” moduł Decision Taking Engine adaptację strumieni mają ponadto wpływ zróżnicowane preferencje użytkowników (np. w przypadku strumienia audiowizualnego jakość dźwięku może być mniej lub bardziej istotna niż jakość obrazu) oraz możliwości wykorzystywanych nich ich terminali/dekoderów. Preferencje te mogą np. zależeć od aktualnie wykorzystywanego terminalu, który podczas sesji może zostać zastąpiony innym terminalem bez potrzeby ponownego nawiązywania sesji.

Podstawową operacją adaptacji, którą steruje moduł DTE jest dynamiczne kształtowanie przepływności strumienia audiowizualnego uzyskanego przy użyciu kodera skalowalnego w sposób zgodny z częścią Digital Item Adaptation standardu MPEG-21. Wewnątrz DTE znajduje się zgodny z MPEG-21 moduł Adaptation Decision Taking Engine (ADTE). Oprócz skalowania, do mechanizmów adaptacji strumieni audiowizualnych kontrolowanych przez moduł DTE należą będzie mechanizm adaptacyjnej retransmisji wybranych pakietów utraconych podczas transmisji oraz adaptacyjny mechanizm typu Forward Error Correction [11] polegający na zwiększaniu redundancji strumienia w celu lepszego zabezpieczenia przed błędami transmisji (typowymi zwłaszcza dla łączy bezprzewodowych). Dane o jakości transmisji (takie jak strata czy opóźnienie pakietów w sieci) przekazywane DTE przez moduł RTCP Controller pochodzą z tzw. raportów odbiornika protokołu RTCP (ang. RTCP Receiver Reports).

Proces decyzyjny adaptacji pojedynczego strumienia realizowany przez DTE wspomagany jest nowatorskimi elementami techniki adaptacji strumienia multimedialnego rekomendowanymi przez część Digital Item Adaptation standardu MPEG-21. Należą do nich schematy opisu warunków transmisji i jakości adaptacji (które m.in. pozwalają estymować subiektywną jakość przetworzonego strumienia) oraz mechanizmy umożliwiające węzłowi realizowanie adaptacji bez uprzedniej znajomości składni i semantyki strumienia multimedialnego (ang. *codec-agnostic stream adaptation*). Opisy warunków w jakich przeprowadzana jest adaptacja pojedynczego strumienia dostarczane są do DTE przez moduł Content Adaptation Coordinator (CAC) koordynujący adaptację wszystkich strumieni transmitowanych przez węzeł CAN. Miejsce modułu DTE w architekturze węzła CAN oraz jego interfejsy przedstawiono na Rys. 9.



Rys. 9. Miejsce modułu DTE w architekturze węzła CAN (w bloku CAC oznaczono opisy po angielsku zgodnie ze standardem MPEG-21 DIA)

Skuteczność działania modułu DTE zostanie sprawdzona w środowisku sieci testowej powstającej na potrzeby projektu. Planowane jest też rozszerzenie badań nad modułem w celu przyszłego wkładu w działalność standaryzacyjną MPEG-21.

6. Podsumowanie

Realizacja projektu DAIDALOS dostarcza dużych wyzwań badawczo-rozwojowych i administracyjno-finansowych (firmy średnio dostają 50% zwrotu kosztów kwalifikowanych). Tym niemniej korzyści realizacji projektu są niezaprzeczalne. Baza wiedzy i organizacja zarządzania projektem zintegrowane są przygotowaniem do podjęcia poważniejszych projektów przedwdrożeniowych i wdrożeniowych. Choć nie jest to łatwe (element nauki stanowi od 20-60% działalności w projekcie) projekty zintegrowane dają możliwość kształcenia kadry. Przewidziane jest wykonanie 2 prac doktorskich na Politechnice Poznańskiej przez pracowników zaangażowanych w projekcie.

Największą korzyścią z wykonania projektu będzie uzyskanie wysokich kompetencji w zakresie inżynierii systemów i technologii mobilnych UMTS i WLAN.

W artykule przedstawiono doświadczenia ITTI dotyczące fazy koncepcji, specyfikacji wymagań i modelowania systemu [17], bowiem w 2004 roku główna część pracy dotyczy koncepcji i specyfikacji. W roku 2005 realizowana będzie implementacja i część integracji prototypu systemu DAIDALOS, a w roku 2006 końcowa integracja (realizacja spirali cyklu tworzenia systemu).

Już zweryfikowano wstępnie narzędzia MDA. Okazało się, że wybrane przez konsorcjum DAIDALOS narzędzie Telelogic Tau nie wspiera w pełni diagramów stanów zdefiniowanych w UML 2.0, jak również nie wspiera diagramów stanów z równoległymi stanami. Narzędzie Rhapsody firmy i-Logix okazało się znacznie wygodniejsze w pracy. Uzyskano też doświadczenie w zakresie odwrotnej inżynierii (dla systemu Open Diameter), co jest kluczowe do stosowania MDA przy wykorzystaniu systemów „legacy”. Pozwoli to włączyć się szerzej w prace badawczo-rozwojowe w zakresie powtórnego użycia systemów informatycznych (ang. *reuse*).

Podziękowania

Autor artykułu dziękuje Komisji Europejskiej za współfinansowanie prac projektu IP DAIDALOS³ jak i następującym członkom zespołu: dr. Andrzejowi Sikorskiemu, mgr inż. Arkadiuszowi Rysiowi, mgr inż. Andrzejowi Szwabe oraz magistrantom: Andrzejowi Figajowi, Grzegorzowi Konieczce oraz Karolowi Sawczykowi za współpracę.

Bibliografia

- [1] <http://www.ist-DAIDALOS.org/>
- [2] <http://www.ist-mobydick.org/>
- [3] <http://www.ist-mind.org/>
- [4] <http://www.ietf.org/>; <http://www.3gpp.org/>; <http://www.osgi.org/> (The OSGi Service Platform - Dynamic services for networked devices)
- [5] <http://www.parlay.org>
- [6] World Wide Web Consortium - www.w3.org ; Organization for the Advancement of Structured Information Standards, OASIS - www.oasis-open.org; Liberty Alliance - www.projectliberty.org; integracją zajmuje się OMG - www.omg.org
- [7] S. Cantor, P. Mishra, E. Maler: "SAML Version 2.0 Scope and Work Items", Draft Version 11, December 2003
- [8] D. Forsberg, Y. Ohba: "Protocol for Carrying Authentication for Network Access (PANA)", work in progress, IETF Internet Draft, draft-ietf-pana-pana-03.txt, February 2004; A. Palekar, D. Simon: "Protected EAP Protocol (PEAP) version 2", work in progress, IETF Internet Draft, draft-josefsson-pppext-eap-tls-eap-07.txt, October 2003; L. Blunk, J. Vollbrecht: "Extensible Authentication Protocol", work in progress, IETF Internet Draft, draft-ietf-eap-ietf-rfc2284bis-09.txt, February 2004.
- [9] J. Rosenberg, et. al.: "SIP: Session Initiation Protocol", IETF RFC 3261, June 2002; A. Johnston: "Session Initiation Protocol (SIP) Basic Call Flow Examples", IETF RFC 3665, December 2003.
- [10] www.omg.org/mda/ MDA zakłada, że następuje separacja modelu: Platform Independent Model (PIM) od implementacji: Platform Specific Model (PSM) i możliwość automatycznej generacji kodu
- [11] www.ilogix.com
- [12] A. Szwabe, C. Jedrzejek, *Objective Audio Quality Evaluation of BSAC-based MS-FEC*, 11th Int. Workshop on Systems, Signals and Image Processing (IWSSIP 2004), Poznań, 2004
- [13] P. Calhoun, J. Loughney: "Diameter Base Protocol", IETF RFC 3588, September 2003
- [14] IETF Working Group Authentication, Authorization and Accounting (aaa): <http://ietf.org/html.charters/aaa-charter.html>
- [15] www.opendiameter.org wspiera specyfikację RFC3588 (Diameter Base Protocol) i zalecenia aplikacji Diameter
- [16] ADAPTIVE Communication Environment (ACE), Douglas C. Schmidt Stephen D. Huston, *C++ Network Programming: Mastering Complexity Using ACE and Patterns*, Addison-Wesley Longman, 2002
- [17] Deliverable D311, *Initial Network Architecture Design and sub-Systems Interoperation*; Deliverable D341, *A4C Framework Design Specification*; Deliverable D351, *Multimedia Service Provision Platform Design Specification*, DAIDALOS WP3, July 2004

³ Niniejszy artykuł przedstawia wyniki projektu badawczego IST FP6 Integrated Project DAIDALOS. Projekt DAIDALOS otrzymuje fundusze w ramach 6 Programu Ramowego Komisji Europejskiej. Pomimo to Komisja Europejska nie ponosi odpowiedzialności za zawartość niniejszego artykułu. Artykuł ten może prezentować zagadnienia odnoszące się do przyszłych, potencjalnych rozwiązań z zakresu zaawansowanych technologii informacyjnych i komunikacyjnych. Ani konsorcjum projektu DAIDALOS ani Komisja Europejska nie ponosi odpowiedzialności za wyniki wykorzystania informacji zawartych w artykule.