

## SISTEM MOBILE AGENT DALAM KOMPUTASI GRID

Adang Suhendra<sup>1</sup>, Adityo Mahardito<sup>2</sup>, Julius Bernhard<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universitas Gunadarma ([adang@staff.gunadarma.ac.id](mailto:adang@staff.gunadarma.ac.id))

<sup>2,3</sup>Sarmag Teknik Informatika Universitas Gunadarma

(<sup>2</sup>[HighQualityJomblo89@student.gunadarma.ac.id](mailto:HighQualityJomblo89@student.gunadarma.ac.id), <sup>3</sup>[sch\\_bern@student.gunadarma.ac.id](mailto:sch_bern@student.gunadarma.ac.id))

### ABSTRAK

*Pandangan komputasi memproyeksikan sebanyak dengan menggunakan banyak komputer telah ada disekitar kita. Lingkungan komputasi yang tersebar akan menyokong manusia dalam melakukan aktivitas setiap hari mereka di cara yang tak menyolok. Mobile agent dapat menjadi sebuah alat dalam memenuhi kebutuhan komputasi manusia, karena pada dasarnya mobilitas penggunaan komputer sebagai media komputasi merupakan sebuah sistem alami yang sudah terbentuk dengan sendirinya walaupun belum saling terhubung. Dengan adanya mobile agent setiap sistem yang ada dapat saling berinteraksi dan saling berhubungan. Akan tetapi dalam mobile agent diperlukan bandwidth serta kapasitas yang besar untuk mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan, karena mobile agent tidak terbatas pada satu sistem melainkan dapat bergerak dari satu sistem ke sistem yang lain. Walaupun manusia telah memiliki sebuah supercomputer dengan kapasitasnya yang besar, hal ini dirasa masih belum mencukupi untuk melakukan proses komputasi dengan skala besar atau dalam penggunaan mobile agent. Lalu, adakah solusi untuk masalah tersebut? Perkembangan kecepatan prosesor yang berkembang sesuai dengan hukum Moore, yaitu menjelaskan bahwa pertumbuhan kecepatan perhitungan mikroprosesor mengikuti rumusan eksponensial. Meskipun demikian, bandwidth jaringan komputer berkembang jauh lebih pesat dibandingkan dengan pertumbuhan kecepatan prosesor itu sendiri. Dengan cepatnya jalur komunikasi ini membuka peluang untuk menggabungkan kekuatan komputasi dari sumber-sumber komputasi yang terpisah. Perkembangan ini memungkinkan skala komputasi terdistribusi ditingkatkan lebih jauh lagi secara geografis, melintasi batas-batas domain administrasi yang sudah ada. Manusia akan selalu mencari solusi yang lebih efisien untuk memecahkan masalahnya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, komputasi grid (Grid computing) dapat menjadi solusi yang tepat. Pada dasarnya komputasi grid adalah penggunaan sumber daya yang melibatkan banyak komputer yang terdistribusi dan terpisah secara geografis untuk memecahkan persoalan komputasi dalam skala besar serta. Sehingga komputasi grid dapat mengatasi kendala yang terdapat pada mobile agent. Dalam penulisan ini, kami akan membahas mengenai perkembangan sistem mobile agent dalam komputasi grid karena keduanya dianggap dapat saling melengkapi dalam menyelesaikan masalah komputasi tingkat tinggi.*

*Kata Kunci: komputasi, mobile agent, bandwidth, komputasi grid.*

### 1. PENDAHULUAN

Agent secara umum bisa ditegaskan sebagai satu-kesatuan perangkat lunak dengan otonomi tertentu. Mereka melakukan servis dengan urutan seorang pemakai atau agen lain. *Mobile agent* mempunyai sifat-sifat tambahan: mereka secara otonom dapat berpindah, seperti mereka bisa beralih antar kode program, data dan penerusan *pointer* ke

komputer remote (yang dapat dikendalikan jarak jauh) dan memulai kembali dengan pelaksanaan program. Di samping mobilitas fisik ini *mobile agent* mempunyai kemungkinan untuk berkomunikasi satu sama lain untuk bertukar informasi. *Mobile agent* merupakan suatu teknologi yang relatif baru, tetapi sudah ada yang mengimplementasikannya, seperti *AgentTcl*,

*Aglets*, *MOA*, *Grasshopper*, and *Odyssey* [3]. *Mobile agent* digunakan dalam pasar elektronik, untuk usaha mendapatkan informasi, dalam komputasi terdistribusi dan sangat baru-baru ini dalam komputasi grid.

Komputasi grid dapat diartikan sebagai sebuah aplikasi sumber dari beberapa alat yang digunakan dalam jaringan untuk memecahkan permasalahan yang ada pada waktu yang bersamaan. Biasanya, komputasi grid dipertimbangkan dalam konteks pembagian tenaga *processor* beberapa komputer yang terhubung dalam jaringan TCP/ IP (*Transmission Control Protocol/ Internet Protocol*). Contoh aplikasi komputasi grid yang sangat populer adalah proyek *Search for Extraterrestrial Intelligence* (SETI@home) dan proyek *The Great Internet Mersenne Prime Search* (GIMPS) [5]. Di dalam kedua proyek tersebut, ribuan pengguna berbagi siklus *CPU* yang tidak terpakai karena proses komputasi yang mahal. Proyek *Globus* merupakan standar de facto sekarang untuk aplikasi grid dalam skala besar. Hal ini terfokus dalam mengonsepsi komputasi grid hingga masalah ilmiah dan teknik [6].

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Mobile Agent

Agen secara umum dapat diartikan sebagai satuan perangkat lunak yang memiliki hak otonomi yang jelas. Agen juga dapat diartikan sebagai program yang dapat berpindah-pindah dari *host* ke *host* [7]. Di mana mereka dapat melakukan servis sesuai dengan urutan pengguna atau agen lainnya. *Mobile agent* memiliki beberapa sifat tambahan di mana mereka dapat berpindah secara mandiri, seperti mereka dapat mentransfer kode program, data dan pointer secara terus-menerus kepada komputer remote, dan memulai kembali perjalanan program. Di samping mobilitas fisik, agen tersebut memiliki kemungkinan untuk saling berkomunikasi satu sama lain untuk saling bertukar informasi [5].

Sebuah sistem agen merupakan sebuah platform yang dapat membuat, menginterpretasikan, memproses, mentransfer, dan bahkan mengakhiri agen yang sedang aktif. Seperti seorang agen, sebuah sistem agen juga berdampingan dengan otoritas yang dapat mengenali seseorang atau organisasi di mana agen

tersebut berada dan bekerja. Sebuah sistem agen dikenal secara unik dari nama dan alamat ia berada. Sebuah *host* dapat terdiri dari satu atau bahkan lebih agen di dalamnya. Sebuah tipe sistem agen mengartikan profil dari sebuah agen, seperti jika tipe sistem suatu agen merupakan *Aglet*, maka sistem agen tersebut telah diimplementasikan oleh IBM, mendukung bahasa JAVA sebagai bahasa agen tersebut, menggunakan *Itinerary* dalam perjalanannya, dan menggunakan objek serial JAVA [3].

Dengan kegunaan *mobile agent* yang banyak kecerdasan dapat ditambahkan ke dalam kegunaan sebuah jaringan. *Mobile agent* dapat diprogram untuk melakukan tugas-tugas tertentu, di mana fungsional agen tersebut diprogram dengan sangat hebat. Reddy membuat beberapa daftar aplikasi untuk *mobile agent*, yaitu: komputasi secara paralel (*Parallel computing*), pengumpulan data (*data collection*), perdagangan elektronik (*e-commerce*), dan komputasi secara mobile (*mobile computing*).

Di dalam komputasi secara paralel, sebuah *mobile agent* dapat menempatkan *host* dengan sumber yang memadai, melakukan penghitungan, dan kembali ke tempat asalnya dengan membawa data yang diinginkan. Untuk pengumpulan data, *mobile agent* dapat melakukan perjalanan di dalam jaringan dan mengumpulkan data yang pengguna miliki. Dalam bagian *e-commerce*, *mobile agent* dapat menempatkan benda yang paling cocok bagi para pengguna. Dan di dalam penghitungan aktif, *mobile agent* sangat berperan penting dalam membantu *host* untuk menghemat penggunaan daya listrik dan juga dalam penggunaan *bandwidth*.

Tetapi seperti biasa, ada juga kekurangan bagi *mobile agent* ini. Masalah yang paling besar adalah dari segi keamanan, ketika seorang agen berpergian di dalam suatu jaringan ada kemungkinan besar *host* yang jahat dapat menyerang agen tersebut sebelum agen tersebut kembali ke tempat asalnya.

### Masalah-masalah dalam Mobile Agent

#### a. Keamanan

Beberapa peneliti membuat suatu daftar tentang beberapa karakteristik *mobile agent*, di mana semua itu lebih mengarah ke bagian keamanan. Berdasarkan daftar yang ada, salah satu masalah dalam *mobile agent* ini adalah kurangnya pengetahuan dalam

mengeksekusi proses dalam suatu *host*. Pengguna yang mengirimkan agen tidak yakin jika agen tersebut dieksekusi secara benar, atau agen mengelola proses secara menyeluruh. Juga, sesuatu sudah pasti tidak bisa jika *host* pernah mengirim agen ke tuan rumah berikutnya ketika agen tersebut ingin berpindah.

Di dalam model *client – server* yang tradisional, identifikasi para pengguna dapat diatur dengan mudah. Seperti halnya, saling berbagi sumber dengan pemodelan *client – server* dapat dilakukan oleh klien yang terdaftar di dalam server dan memberikan kepada server sumber yang ingin diberikan.

#### **b. Virus**

Salah satu permasalahan selanjutnya yang berhubungan dengan *mobile agent* adalah persamaan akan agen tersebut dan berhubungan dengan virus. Secara umum, virus memiliki kemampuan yang hampir sama dengan *mobile agent* ini; di mana virus dapat berkeliling dalam jaringan dan menggandakan diri mereka sendiri, berpindah ke suatu komputer/ *host*, dan melakukan penghitungan serta berpindah ke *host* yang lain.

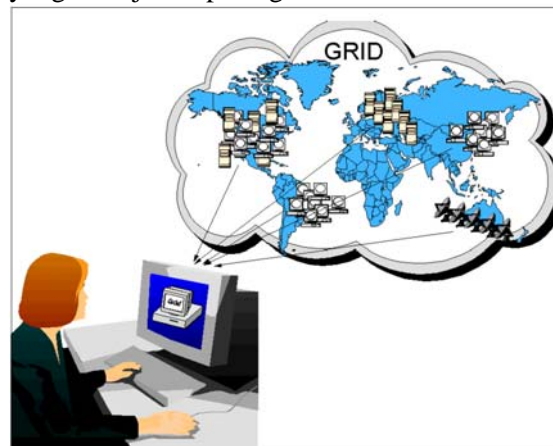
#### **Komputasi Grid**

Komputasi grid secara konsep tidak seperti elektronik grid. Dalam elektronik grid, outlet dinding mempersilahkan kita untuk dapat berhubungan dengan sumber infrastruktur yang membangun, mendistribusikan, dan mengirimkan rekening listrik. Ketika kita terhubung dengan elektronik grid, kita tidak perlu mengetahui dari mana tenaga tersebut berasal atau bagaimana caranya bisa sampai kepada kita. Komputasi grid menggunakan *middleware* untuk mengkordinasi sumber-sumber IT yang terpisah di dalam suatu jaringan. Tujuan dari komputasi grid hampir sama dengan elektronik grid, di mana komputasi grid menyediakan akses bagi para pengguna kepada sumber yang mereka butuhkan.

Grid menunjuk kepada dua perbedaan tapi masih memiliki tujuan yang berhubungan: menyediakan akses secara remote kepada peralatan IT dan mengumpulkan daya proses. Sumber daya yang paling jelas tercakup dalam suatu grid adalah *processor*, sensor *encompass*, sistem penyimpanan data, aplikasi, dan sumber daya lain. Salah satu proyek yang sudah tidak asing lagi yang mengembangkan komputasi

grid adalah proyek SETI@home, yang meminta beberapa juta sukarelawan untuk mengunduh sebuah *screensaver* yang menggunakan processor kosong untuk menganalisa data untuk pencarian hidup yang ekstraterrestrial. Dalam contoh yang lebih terbaru, proyek telescience menyediakan akses remote terhadap sebuah mikroskop elektron yang sangat kuat di *Pusat Mikroskopi Nasional dan Riset Image* di San Diego. Para pengguna dapat mengendalikan mikroskop secara remote, membiarkan tingkatan akses yang baru kepada instrumen dan kemampuannya.

Dalam faktanya, kegunaan termudah dari komputasi grid ini adalah untuk menjalankan aplikasi yang ada di dalam mesin yang berbeda. Mesin di mana aplikasi tersebut dijalankan secara normal bisa jadi tidak seperti biasa sibuknya dalam kaitannya dengan suatu puncak yang tidak biasa di dalam suatu kegiatan. Di samping itu, fitur grid yang paling atraktif menjadi potensi untuk kapasitas CPU paralel raksasa. Kontribusi penting dari komputasi grid lainnya adalah untuk memungkinkan dan menyederhanakan kolaborasi antar *audience* yang lebih luas. Di masa lalu, komputasi terdistribusi menjanjikan kolaborasi ini dan akan mencapai taraf tertentu [7]. Komputasi grid mengambil kemampuan tersebut bahkan kepada audience yang lebih luas, saat menawarkan standard penting yang memungkinkan system yang sangat heterogen untuk berkolaborasi untuk membentuk gambaran suatu sistem komputasi yang menawarkan sumber daya yang bervariasi yang sebenarnya, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Realisasi sumber daya heterogen yang tersebar secara geografis  
Sumber: Luis Ferreira (2003)

### 3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian yang kami lakukan mengenai komputasi dalam skala besar, kami menganalisa kehandalan dari berbagai metode komputasi, khususnya komputasi terdistribusi. Untuk melakukan komputasi terdistribusi terdapat beberapa sistem yang digunakan, salah satunya yaitu; komputasi grid, *client - server*, arsitektur *3-tier*, arsitektur *n-tier*, *tightly coupled*, *peer-to-peer*, *service oriented*, *mobile code*, *replicated repository*, dan lain-lain. Pada penulisan ini kami memilih untuk menganalisa komputasi terdistribusi menggunakan sistem komputasi grid, dengan pertimbangan bahwa komputasi grid memiliki beberapa karakteristik khusus dalam proses komputasinya. Untuk mengidentifikasi bahwa suatu sistem melakukan komputasi grid yaitu:

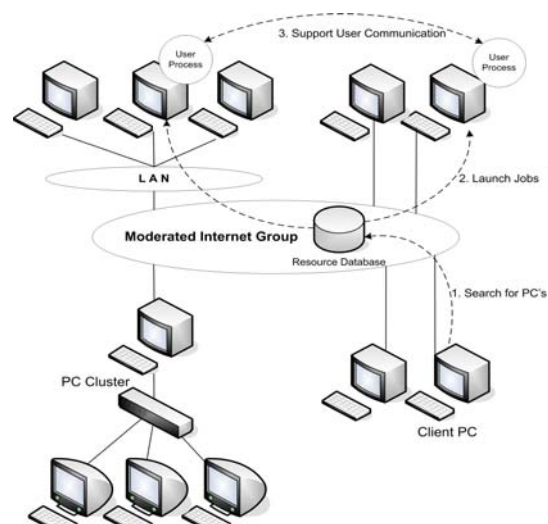
- Sistem tersebut melakukan koordinasi terhadap sumberdaya komputasi yang tidak berada dibawah suatu kendali terpusat. Seandainya sumber daya yang digunakan berada dalam satu cakupan domain administratif, maka komputasi tersebut belum dapat dikatakan komputasi grid.
- Sistem tersebut menggunakan standar dan protokol yang bersifat terbuka (tidak terpaud pada suatu implementasi atau produk tertentu). Komputasi grid disusun dari kesepakatan-kesepakatan terhadap masalah yang fundamental, dibutuhkan untuk mewujudkan komputasi bersama dalam skala besar. Kesepakatan dan standar yang dibutuhkan adalah dalam bidang autentikasi, otorisasi, pencarian sumberdaya, dan akses terhadap sumber daya.
- Sistem tersebut berusaha untuk mencapai kualitas layanan yang canggih, (nontrivial quality of service) yang jauh diatas kualitas layanan komponen individu dari komputasi grid tersebut.

### 4. GAMBARAN SISTEM DAN PROSES

*Mobile agent* dan komputasi grid merupakan kombinasi yang sangat baik untuk memecahkan masalah dalam dunia komputasi, karena banyak memiliki kecocokan karakteristik antara keduanya. Kami akan menunjukkan suatu contoh implementasi konsep dari sistem *mobile agent* dalam komputasi grid.

Ada tiga fitur *middleware* yang dibutuhkan untuk membentuk sebuah komputasi grid dari komputer desktop yang terdistribusi melalui internet:

1. Mencari dan menjatahkan sumber daya sistem kepada suatu pekerjaan yang mungkin berubah secara dinamis.
2. Berpindah tempat proses ke suatu mesin baru yang tersedia, khususnya ketika mesin tersebut sedang dikunjungi oleh pemiliknya atau bahkan pada saat mesin tersebut dalam keadaan *OFF*.
3. Support komunikasi jaringan transparan diantara beberapa proses, beberapa diantaranya dapat dijalankan di dalam mesin yang berada di belakang *gateway* atau *firewall*.



Gambar 2. Gambaran Rancangan PC Grid  
Sumber: Julius (2008)

Gambar 2 menunjukkan gambaran dari konsep komputasi grid PC desktop yang diimplementasikan dengan *mobile agent*, masing-masing menyelesaikan pekerjaan yang disampaikan dari para kliennya.

Untuk membentuk suatu kumpulan grid PC, seorang moderator memulai sebuah kelompok internet yang memelihara informasi dari setiap anggota grup dalam databasanya. Tidak bisa dikatakan lagi, berbagai kelompok internet dapat diorganisir dengan menggunakan layanan Direktori Globus Metacomputing(MDS) [4]. Setiap pengguna membuat akun tamu, menjalankan sebuah server web, mendaftarkan informasi komputernya ke dalam kelompok internet, dan menerima pelaksanaan mesin *mobile agent*, yang dapat dipacu melalui akses

internet. Setelah mendarat ke kelompok internet grid, seorang pengguna meminta agen yang aktif yang membuka suatu jendela menu untuk memberikan perintah pengguna untuk pencarian sumber daya. Pekerjaan pengguna dan nama file yang terkait akan melewati *mobile agent*.

Ketika pengajuan kerja, sebuah *mobile agent* mengakses database kelompok untuk mencari komputer yang memuaskan permintaan kliennya. Dalam keadaan di mana tidak ada mesin seperti itu, agen secara berulang kali akan mengunjungi database kelompok lain dengan melintasi MDS atau setiap komputer yang berpartisipasi hingga mendapatkan komputer yang terbaik untuk menjalankan sebuah pekerjaan. Untuk perpindahan, agen menggunakan teknik pembuatan terowongan (*tunneling*) HTTP di mana agen dikirim sebagai sebuah pesan HTTP dan sesudah itu dilanjutkan oleh sebuah *servlet* pada masing-masing tujuan. Semua informasi diperoleh melalui pencarian sumber daya yang dapat direfleksikan ke dalam database kelompok.

Ada beberapa tantangan secara teknik untuk mengimplementasikan *middleware* sistem *mobile agent*. Yang pertama adalah bagaimana menyebar *mobile agent* ke komputer remote di bawah pembatasan yang umum dikenal di mana hanya sedikit port TCP/ IP yang tersedia untuk penggunaan. Tantangan lain, bagaimana cara memudahkan komunikasi antara proses yang menjalankan tugas yang sama tetapi mungkin bisa berpindah tempat.

#### **Agent Transfer**

Kecenderungan keamanan yang sekarang menutup hampir semua port TCP/ IP, seperti SFTP, SSH, dan HTTP. Hal ini semakin tidak mungkin untuk menugaskan sebuah port baru ke *agent transfer*. Sebagai tambahan, seorang pengguna segan untuk menjalankan proses daemon tambahan yang bertanggung jawab atas penanganan *mobile agent*. Suatu teknik pembuatan terowongan (*tunneling*) HTTP menunjuk masalah ini dengan merangkum sebuah *mobile agent* ke dalam pesan HTTP dan mengirimnya kepada server HTTP tujuan. Untuk tujuan ini, sebuah server HTTP pada setiap mesin desktop harus menyiapkan sebuah halaman web spesifik di mana servis *servlet* menerima, mengekstrak, dan menginterpretasikan *mobile agent* yang berbasis HTTP-terangkum seperti itu. Untuk

keamanan, kita akan sungguh-sungguh menggunakan komunikasi HTTP dan server Apache-SSL, di mana kedua-duanya berhadapan dengan autentikasi klien/ server dan enkripsi pesan yang spontan.

#### **Antar Komunikasi Proses**

Karena suatu proses dapat berpindah tempat ke lokasi lain atau dijalankan dalam mesin yang berada di belakang *gateway*, dengan demikian sebuah alamat IP pribadi, dapat sangat sulit untuk menempatkan sebuah proses pengguna dengan suatu alamat IP secara fisik. Sebagai gantinya, kita mengusulkan bahwa masing-masing proses dilibatkan di dalam pekerjaan yang sama ditujukan dengan nomor yang urut yang sah dalam pekerjaan ini (ID *middleware* unik yang dimasukkan). ID seperti itu harus diterjemahkan ke dalam suatu IP yang sesuai yang menunjuk setiap kali suatu pekerjaan berpindah tempat. Jika suatu *mobile agent* telah meluncurkan sebuah pekerjaan bagi pengguna pada suatu komputer yang ditempatkan di belakang *gateway*, yang disebut sebagai *IP-Masquerading*, mengirimkan suatu pesan kosong kepada kelompok server atau ke mesin klien, sehingga mesin *masquerading* diberikan sebuah alamat IP secara sementara dan setelah itu dikenali dari luar *gateway*.

*Wrapper* dari pengguna program bertanggung jawab atas pendukung komunikasi inter-proses berdasarkan ID *middleware* yang unik. Sebuah proses pengguna memanggil suatu metode penerusan pesan *wrapper*, menghantarkan ID *middleware* yang unik dari proses tujuannya. Setiap pesan yang pertama melalui *mobile agent* yang menaksir semua mesin yang berpartisipasi dalam pelaksanaan pekerjaan yang sama. Hal ini berarti bahwa seorang agen memelihara suatu tabel yang menterjemahkan suatu ID *middleware* yang unik kepada alamat IP. Agen yang mengirimkan pesan melalui HTTP kepada tujuan yang nyata.

## **5. KESIMPULAN**

Tulisan ini mengusulkan suatu *middleware* yang berbasis *mobile agent* yang sebagian besar bermanfaat bagi para pemakai komputer desktop remote sebagai sebuah pertukaran sumber komputasi yang baku. Proyek ini mengkombinasikan peningkatan platform *mobile agent* dan perancangan

tingkah laku dari *mobile agent* untuk menjatahkan sumber komputasi yang tersedia kepada pengguna pekerjaan tersebut.

Dengan *mobile agent*, banyak kecerdasan yang dapat dibangun terhadap penggunaan jaringan. Banyak aplikasi saat ini dapat dimodifikasi untuk bekerja lebih efektif dengan *mobile agent*.

Ketika *mobile agent* dan komputasi grid dikombinasikan, keuntungan kedua teknologi dapat dikombinasikan. Dengan *mobile agent*, banyak aplikasi yang digunakan dalam komputasi grid dapat diimplementasikan secara lebih efisien. Sebagian dari skenario yang paling bermanfaat untuk penggunaan *mobile agent* adalah jaringan pertukaran file di mana kita menemukan dan mengunduh file dapat dilakukan dengan *mobile agent*. Kegunaan yang baik lainnya dari *mobile agent* dalam komputasi grid adalah komputasi terdistribusi dan aplikasi secara *offline*. Di dalam komputasi terdistribusi agen tersebut dapat digunakan untuk mengatur komputasi dan pengiriman data dapat terhitung oleh *host remote*. Di dalam aplikasi *offline*, dengan fasilitas bantu akan *mobile agent* menghemat bandwidth dan penggunaan baterai.

*Mobile agent* dan komputasi grid merupakan bagian yang menarik dari internet masa depan. Permasalahan dalam dunia komputasi jaringan dapat dipecahkan dengan mengkombinasikan dua teknologi ini yang akan memegang peranan besar bagi internet di masa akan datang.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bagci Faruk. et all. "Ubiquitous Mobile Agent System in a P2P – Network"
- [2] D. Kotz and R. S. Gray. 1999. "Mobile agents and the future of the internet". *ACM Operating Systems Review*.
- [3] Dejan Milojicic. 1999. *MASIF – The OMG Mobile Agent System Interoperability Facility*.
- [4] Foster and C. Kesselman. 1998. "The Globus Project: A Status Report." *In Proc. IPPS/SPDP'98 Heterogeneous Computing Workshop*. 4.
- [5] *GIMPS – The Great Internet Mersenne Prime Search*. [www.mersenne.org](http://www.mersenne.org).
- [6] Kurkovsky Stanislav. 2003. "Modeling a Computational Grid of Mobile Devices as a Multi-Agent System."
- [7] Luis Ferreira et all. 2003. *Introducing to Grid Computing with Globus*, IBM Corp.
- [8] Reddy P. M. 2002. "Mobile Agents, Intelligent Assistance on The Internet" *Journal of Science Education*, 35.
- [9] Valkonen Jukka. 2005. "Mobile Agents in Peer-to-Peer Networks". *Seminar on Internet Working*.