메디컬 응용 서비스를 지원하기 위한 정책 기반 Hybrid Workflow 관리 시스템

김동현*, 정우람*, 김회영*, 송혜원*, 윤찬현*
Korea Advanced Institute of Science and Technology
{epick, ruby, hoeyoung, hwonsong, chyoun}@kaist.ac.kr

Abstract— 본 논문에서는 Workflow Management System(이하 WMS)인 Kepler와 Pegasus를 정책 기반 자원 관리 시스템과 통합한 Hybrid Workflow 관리 시스템을 제안하고, 이를 통해 사용자의 서비스 수준 합의 (Service Level Agreement, SLA) 사항에 따라 서비스 요구 수준을 보장할 수 있는 Workflow 관리 시스템을 구현하여 성능 평가를 수행하였다.

I. 서론

그리드 컴퓨팅에서 Workflow 기술은 과학 응용연구를 위해 연구되어 왔으며, Pegasus[1], Triana[2], Kepler[3] 등과 같은 시스템이 개발되었다. 하지만 현재 그리드 Workflow 기술은 다량의 데이터 처리 및 관리 기능이 부족하고, 수행 중 사용자와의 상호 작용이 어려우며, SLA를 고려한 자원 관리 기법에 대한 연구가 충분하지 않다.

본 논문에서는 문제 해결을 위해, SLA 에 따라 응용 서비스의 workflow를 관리할 수 있도록 Kepler 와 Pegasus 를 정책 쿼럼 기반 자원 관리 (Policy Quorum based Resource Management, PQRM) 미들웨어 [4] 와 통합한 시스템을 제안한다. 또한 제안된 WMS를 NSIMC와 Physio-Grid [5] 에 적용하여, 응용에 사용되는 데이터 처리 및 시뮬레이션 [6] 을 Workflow로 구성하고 성능 평가를 수행하였다.

II. 정책 기반 HYBRID 워크플로우 관리 시스템

Physio-Grid는 분산된 환경에 존재하는 다양한 ECG, MCG, 가상 심장 시뮬레이션 데이터와 환자 의료 정보들을 기반으로 심장 질환을 진단하는 그리드 e-Health 응용이다. 또한 NSIMC는 미토콘드리아 기능 이상 측정을 통해 대사증후군의 근원을 파악, 관련 질병을 진단하기 위한 응용이다. 본 논문에서는 위와 같은 의학 연구에서 생성되는 복잡 다양한 데이터를 SLA 에 따라 Data 와 Workflow 를 관리하고, 의료 진단 응용 서비스를 수행하는 Hybrid WMS를 구현하였다.

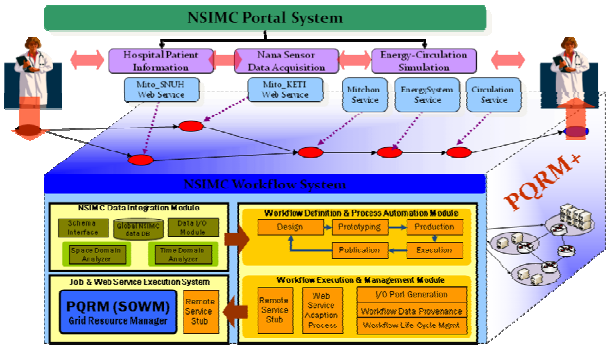

그림 1 Workflow 실행 및 관리

Hybrid WMS는 그림 2 처럼, 사용자 상호작용과 데이터베이스에서의 데이터 검색, 다양한 계산 기능을 제공하는 High Level WMS (Kepler) 와 가상 심장 시뮬레이션과 같은 데이터 집중형 응용을 제공, 분산 환경에서 작업을 관리할 수 있는 Low Level WMS (Pegasus) 의 두 가지의 workflow 관리 시스템을 통합한 형태이다.

특히 Pegasus의 경우, SLA 조건을 보장하고 위한 정책 기반 관리 기법을 적용하기 위해 Pegasus 엔진과 연동하는 정책 결정 모듈, 정책 적용 모듈, 정책 저장소 모듈을 포함, 이를 통해 SLA에 의해 명시된 정책이 미들웨어에 적용될 수 있다. 그림 3은 제안한 Hybrid WMS 기반의 Physio-Grid 플랫폼 구조를 나타내고 있으며, 응용 계층, 코어 미들웨어 계층, 자원 패브릭 계층으로 나눠질 수 있다.

응용 계층의 웹 포탈은 각각의 미들웨어 컴포넌트들을 쉽게 사용하기 위한 인터페이스를 제공하고, 서비스 사용자는 Kepler 사용자 인터페이스를 통해 특정 SLA를 명시할 수 있다. Kepler에 의해 디자인된 workflow는 웹 페이지를 통해 모니터링 되고, 그 수행 결과는 가시화된다. 코어 미들웨어 계층은 workflow 응용 서비스와 Hybrid

WMS 미들웨어를 포함하고 있다. Workflow 응용은 합리적인 비용을 고려하여 사용자의 SLA에 따라 선택되며, 자동화된 진단 절차와 서비스 사용자들에게 용이한 인터페이스를 제공한다. 이러한 workflow 응용을 효과적으로 지원하기 위한 Hybrid WMS 미들웨어는 Pegasus workflow 엔진이 결합된 PQRM 미들웨어가 사용되며, 정책 기반의 workflow 관리를 위해 새롭게 고안된 정책 관리 모듈, Pegasus Low level workflow 에 대한 인터페이스 모듈, 자원 선택 모듈이 사용된다. High level workflow 에서 컴퓨팅 집중형 작업이나 복잡한 작업이 할당되었을 때, Pegasus Low level workflow 모듈을 호출할 수 있고, 정책 저장소에서 선택된 비용 혹은 성능에 최적화된 형태의 정책이 사용자의 요구조건을 만족시키기 위해 사용될 수 있다.

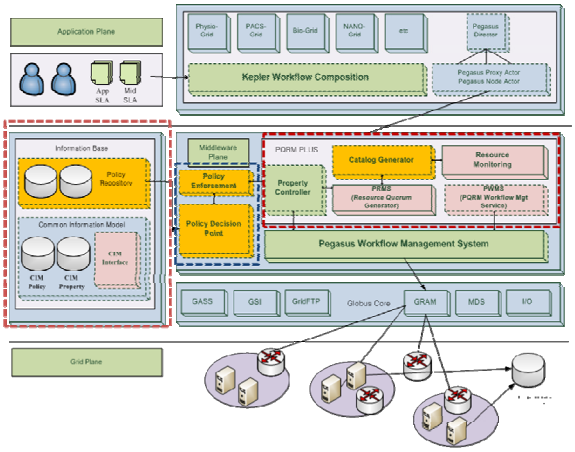

그림 1 Hybrid WMS 기반 Physio-Grid 구조

III. 실험 및 성능 평가

본 장에서는 정책에 따라 제안한 Hybrid WMS 기반 Physio-Grid 시스템을 위해 그림 4와 같이 SLA 별 정책을 정의하고, 작업 실행 시간 측정 통한 성능 평가를 수행하였으며, 그림 5 는 정책에 따른 성능 효과를 보여준다. 시스템은 3가지 계층에서 정책을 정의하고 있는데, 이는 자원 정책, Low Level 정책, High Level (응용 서비스) 정책을 의미하며, 각각의 정책들은 비용 함수를 통해 그 서비스 수준이 결정된다. 따라서 그림 5에서 알 수 있듯이, 3 계층에서 모두 서비스 수준이 높은 경우가 가장 좋은 성능을 보이고 있다. 또한 같은 수준의 응용 서비스 정책이 적용된 경우, 자원 정책의 서비스 수준이 높을수록 안정화된 형태의 성능을 보인다.

Resource Policy

Resource Policy( )			
Policy ID	Action	Condition	Cost
RP-A	"Set PQRM Service Level ID: 1001"	Resource Level = 1	Very high
RP-B	"Set PQRM Service Level ID: 1002"	Resource Level = 2	High
RP-C	"Set PQRM Service Level ID: 1003"	Resource Level = 3	Mid
RP-D	"Set PQRM Service Level ID: 1004"	Resource Level = 4	Low
RP-E	"Set PQRM Service Level ID: 1005"	Resource Level = 5	Very low
RP-F	"Set PQRM Service Level ID: 1006"	Resource Level = 6	Free

Workflow Policy

Low Level Workflow Policy(P_w)			
Policy ID	Action	Condition	Cost
WP-A	Enforce($p_p^1, p_p^2, p_p^3, p_p^4$)	Required Performance : High	High
WP-B	Enforce(p_p^2, p_p^3, p_p^4)	Required Performance : Mid	Mid
WP-C	Enforce(p_p^4)	Required Performance : Low	How

Application Service Policy

Policy ID	Action	Condition	Cost
App-A	Advanced diagnosis service: ECG data Mgt, ECG Analysis Algorithm, Virtual Heart System	Required Service: S1	High
App-B	ECG data Mgt, ECG Analysis and Disease Detection Service	Required Service: S2	Mid
App-C	ECG Only Analysis Service	Required Service: S3	How

그림 4 Workflow 응용을 위한 계층별 정책 정의

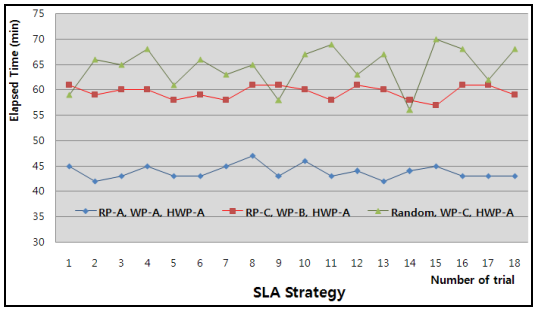

그림 5 정책에 따른 수행 시간 평가

IV. 결론

본 논문은 그리드 workflow 관리 분야에서 SLA 보장형 정책 기반 Hybrid WMS를 제안하고 있다. 이를 위해, 기 연구된 WMS인 Kepler와 Pegasus를 SLA를 반영한 정책을 적용할 수 있는 PQRM 미들웨어와 통합함으로써, Hybrid WMS를 제안하였으며, 제안된 시스템을 Physio-Grid 및 NSIMC 시스템에 적용 구현함으로써 그 성능 평가를 수행하였다.

참고 문헌

[1] E. Deelman, J. Blythe, Y. Gil, C. Kesselman, G. Mehta, S. Patil, M. H. Su, K. Vahi, M. Livny. "Pegasus: Mapping Scientific Workflow onto the Grid". Across Grids Conference 2004, Nicosia, Cyprus, 2004

[2] http://www.trianacode.org/docs/workflowwizard.html

[3] B. Ludäscher, I. Altintas, C. Berkley, D. Higgins, E. Jaeger, M. Jones, E. A. Lee, J. Tao, and Y. Zhao. "Scientific Workflow Management and the KEPLER System." Concurrency and Computation: Practice & Experience

[4] Dong Su Nam "QoS-constraint Quorum Management scheme for a Grid-based Electrocardiogram", LNCS 3043

[5] Chang Hee Han, Chan-Hyun Youn, Wooram Jung, "Web-Based System for Advanced Heart Disease Identification Using Grid Computing Technology", 21st IEEE CBMS 2008

[6] Uk Bin Im, Soon Sung Kwon, Kiwoong Kim, Yong Ho Lee, Yong Ki Park, Chan Hyun Youn and Eun Bo Shim "Theoretical analysis of the magnetocardiographic pattern for reentry wave propagation in a three-dimensional human heart model ", International Journal of Progress in Biophysics and Molecular Biology, vol. 96, Issue 1-3, Jan. 2008.