

클라이언트-서버 구조의 소듐 루프 운전지원 전문가시스템

황 종 선¹, 이 용 범¹, 남 호 윤¹, 이 광 형², 조 충 호³, 문 성 익²

¹한국원자력연구소

²한국과학기술원 전산학과

³고려대학교 전산학과

A Client-Server Structure for the Sodium Loop Operation Support Expert System

Jong-Sun Hwang¹, Yong-Bum Lee¹, Ho-Yoon Nam¹, Hyung Leekwang²,
Choongho Cho³, Seong-Ick Moon²

¹Korea Atomic Energy Research Institute

²CS Dept., KAIST(Korea Advanced Institute of Science and Technology)

³CS Dept., Korea University

ABSTRACT

많은 전문가 시스템들은 단일 프로그램으로 설계, 구현된다. 그러나 이러한 구조의 시스템들은 소듐 루프와 같이 고 응답성 및 준 리얼타임 특성을 요구하는 경우를 위한 운전지원 시스템을 구현하기에는 어려운 점이 많다. 따라서 이러한 특성들을 만족하는 시스템을 보다 쉽게 설계, 구현하는 동시에 유연한 기능확장이 가능하게 하기 위해 본 논문에서는 클라이언트-서버 구조의 전문가 시스템을 설계, 구현하였다.

본 논문에서는 각 프로그램들 간의 통신 프로토콜, 데이터 관리 등 클라이언트-서버 시스템을 구현할 때 고려해야 할 사항들과 함께, 클라이언트-서버 구조의 전문가시스템을 설계할 때 고려해야 할 설계 가이드라인을 제시한다.

1. 서론

소듐 루프는 냉각재로 일반 경수로에서 사용하는 물 대신 고온에서 용융 시킨 금속 소듐을 사용하는 시스템이다. 소듐 루프는 금속 소듐의 물리적 특성, 즉 물과의 화학적 반응 및 상온에서 고체로 존재한다는 특성으로 인해 일반적인 정상운전 시에도 매우 복잡한 운전 준비 절차와 운전 정지 절차를 필요로 하며, 운전원의 부담이 일반 경수로와 비교하여 특성을 가지고 있다. 즉 소듐 루프의 구조적 복잡도가 높으며, 금속 나트륨의 물리적 특성상 저습, 고온 상태를 유지해 주어야 하는 어려움이 있다. 따라서 제어 복잡도 측면에서도 일반 경수로보다 더 높은 복잡도를 가지는

것으로 알려져 있다[1].

한편 미국 TMI, 구 소련 체르노빌 사고 등 수 차례의 원전 사고에서의 경험과 원전 운전에 대한 안전성 요구 증가로 인해 다수의 경수로용 운전지원시스템이 연구 개발되었고, 일부는 실제 응용중이다. 국내에서도 경수로 운전사고시 발생하는 지나치게 많은 양의 경보 신호를 중요도에 따라 필터링하고 그 정보에 따라 사고 발생 원인을 온라인 진단하는 시스템이 개발된 바 있다[2].

소듐 루프의 경우 그 특성상 운전원만으로 운전하는 것은 매우 위험하며, 전산화된 운전지원 시스템의 필요성이 매우 높게 지적되고 있다. 특히 소듐 루프의 운전지원 시스템은 고응답성과 준 리얼타임 특성을 가지는 것이

매우 바람직하다.

그러나 지금까지 개발된 많은 운전지원 시스템들은 단일 프로그램 구조로 개발되어 이러한 특성을 갖도록 설계 구현하는 것이 쉽지 않았다. 따라서 본 논문에서는 운전원의 부담을 최소화하는 동시에 안전 운전을 보장할 수 있도록 하고, 많은 양의 사용자 입력과 센서 입력에도 신속하게 반응할 수 있게 하기 위해 클라이언트-서버 구조의 운전지원 시스템을 설계 구현하였다.

2. 설계 목표

2.1 소듐 루프 운전 지원 시스템의 특징

소듐 루프는 냉매로 물 대신 금속 소듐을 사용하는 냉각 시스템이다. 따라서 다음과 같은 특성을 갖는다.

- 동작 온도가 높다. 상시 동작이 섭씨 200-600도의 범위 내에서 이루어진다.
- 루프내에 수분 존재시 화재의 위험이 존재한다.
- 열원 상실시 소듐이 응고하여 순환계에 장애가 발생할 가능성이 크다.
- 루프 내에 산소 존재시 산화 소듐이 발생하여 냉매 특성에 영향을 미친다.
- 동작 온도가 상온과 큰 차이를 가지므로, 사고 발생시 사태 전개속도가 빠르다.

현재의 소듐 루프 시스템은 실험 동작 단계에 있음에도 불구하고 위와 같은 문제를 피하기 위한 운전 절차들이 매우 복잡하게 구성되어 있다. 또한 각 절차에서 발생할 수 있는 각종 사태들에 대응하는 예외 절차도 다양하고 복잡하여 사고 발생시만이 아니라 정상 운전시에도 운전원이 적절한 조치를 찾아 취하는데 시간이 걸리고 오류를 발생할 위험 또한 크다.

2.2 설계 목표

본 연구에서는 이러한 문제점들을 완화하기 위해서 다음과 같은 설계 목표를 설정하였다.

- 온라인 동작

소듐 루프 설비의 상태 및 알람 신호들을 일부 전문가시스템들처럼 운전원의 입력에 의존하지 말고 센서 입력으로 받아들여야 한다. 또한, 운전원의 결정 등의 입력을 기다리는 동안에도 지속적으로 센서 입력을 감시하고, 유의미한 변화의 발생시 즉각적으로 대처할 수 있는 능력이 필요하다.

- 신속한 추론

사고 발생시의 사태 전개 속도가 빠르므로, 지식의 추론과 실행이 준 리얼타임 동작을 이루어야 한다. 그러나 전문가 시스템의 동작은 전적으로 지식 베이스의 내용에 달려 있으므로 완벽한 리얼타임 동작을 보증하기는 매우 어렵다. 다만 운전원의 일반적인 응답시간보다 더 짧은 추론 시간은 유지할 수 있어야 한다.

- 추론 데이터의 신속한 제공

추론된 결과는 가능한 운전원이 인지하기 쉬운 방법으로 제공되어야 한다. 이 경우 많은 전문가시스템이 기본적으로 제공하는 추론 단계 확인 기능은 사건 전개의 빠른 속력 탓으로 큰 효용이 없을 수도 있다. 오히려 추론된 결과를 정리하여 핵심적인 사실만을 신속하게 제공하는 기능이 요구된다.

3. 시스템 구현

3.1 구현된 시스템의 특징

본 연구에서 개발된 시스템은 다음의 특징들을 갖고 있다.

3.1 클라이언트-서버 구조

전문가시스템의 각 부분들을 독립된 프로그램으로 작성한 뒤 각 프로그램들이 반드시 서버를 통해 통신하도록 하였다. 여기서 서버는 센서 데이터 및 사용자 입력 데이터 등으로 이루어진 DB를 관리하게 되며, 각 클라이언트들은 이 DB를 액세스하여 추론하고 데이터들의 변화 결과를 다시 서버에 위임하게 된다.

서버는 이러한 다이내믹한 데이터들의 변화를 추적하고 측정치를 기록하며, 특히 각 클라이언트들이 준 리얼타임으로 데이터를 공급 받을 수 있도록 조정하는 책임을 맡는다.

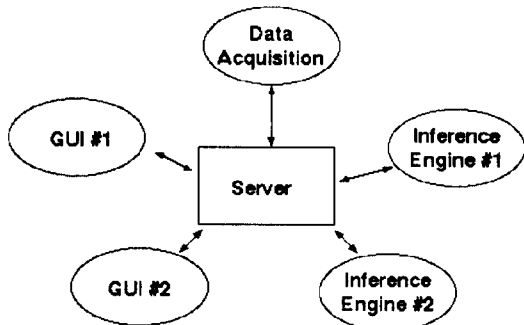


그림 1: 클라이언트-서버 구조

3.2 다양한 통신 구조

각 클라이언트들은 다음의 세 가지 방법을 통해 서버와 통신할 수 있다: 공유 메모리, 소켓, 그리고 인터넷. 따라서 다양한 환경에서 클라이언트를 만들 수 있고, 특히 인트라넷 환경에서 다수의 사용자가 효율적으로 시스템을 감시, 제어할 수 있다.

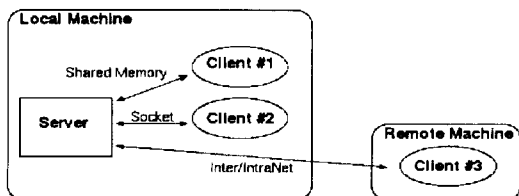


그림 2 : 서버와 클라이언트간의 통신방법

3.3 Fuzzy CLIPS 사용

NASA에서 개발된 CLIPS 라이브러리에 Fuzzy 추론기능을 추가시킨 Fuzzy CLIPS 라이브러리를 사용함으로써 C 언어로 작성된 시스템의 다른 부분들과 쉽게 연결할 수 있게 되었다. 또한 공유 메모리 및 소켓을 사용한 Fact Base의 공유도 효율적으로 처리할 수 있게 되었다.

4. 평가

개발된 시스템은 현재 원자력연구소의 소듐 루프 실험장치에 연결되어 동작하고 있다. 개발은 Sun Sparcstation 20 에서 이루어졌으며, 현재 작동은 HPUX 9.1 에서 이루어지고 있다. 이는 본 시스템이 Portability와 확장성에 중점을 두고 설계되었기 때문에 쉽게 이루어질 수 있었다.

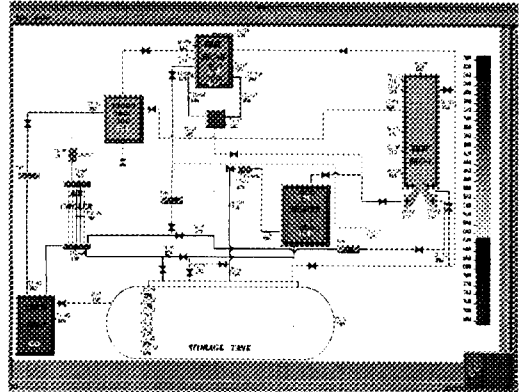


그림 3: 운전지원 시스템의 동작 화면

그 결과, 센서 데이터를 좀 더 자세히 분석 내지 표현할 수 있는 방법이 요구되고 있다. 또한 사용자가 소듐 루프 장비를 실제 프로그램 상에서 제어할 수 있는 방법이 요구되고 있는데, 이는 현재 센서 인터페이스로 사용되고 있는 MaxView의 기능을 확장하여 대응하는 방법이 요구된다.

5. 결론

본 논문에서는 소듐 루프를 운전하는 사용자에게 각종 정보를 제공할 수 있는 소듐 루프 운전지원 시스템을 개발하였다. 특히 이 시스템은 다수 사용자 지원 및 다양한 사용자 인터페이스 지원 기능을 갖고 있어 실제 상황에 적용이 용이하다.

이러한 기능을 갖게 하기 위해 본 논문에서는 데이터 관리 기능을 분리시켜 설계하였으며 증점을 둔 구조를 제안하였으며 전체 시스템을 여러 개의 독립된 프로세서로 나누어 설계하였다. 따라서 다수의 사용자들을 지원할 수 있게 되었으며, 전문가시스템 커널을 하나의 사용자와 같이 취급할 수 있게 되었다.

또한 각종 센서 데이터와 전문가시스템의 Fact 데이터들을 다루는 데이터베이스의 관리를 맡은 부분을 독립적으로 구성함으로써 시스템의 확장과 다수 사용자 지원을 효율적으로 지원할 수 있게 되었으며, 다수의 전문가시스템 적용도 가능하게 되었다.

앞으로 소듐 루프 운전에 대한 연구가 진행됨에 따라 지식 베이스를 확장하고, 확장된 운전지식들의 적용 가능성을 검토하며 지식 베이스를 발전시켜 소듐 루프가 실용화되었을 때 즉각적으로 운전지원시스템을 적용할 수 있도록 개발할 예정이다.

6. 참고문헌

- [1] Korea Advanced Energy Research Institute, Commissariat a l'Energie Atomique, Joint Feasibility Study on the Introduction of a Commercial FBR Power Plant to Korea between Korea and France, Vol I, September 1986.
- [2] 최성수, 장순홍, "원자력발전소 경보처리 및 경보진단을 위한 온라인 전문가시스템의 개발", 한국과학기술원 원자력공학과 석사학위논문, 1994.
- [3] 조충호, 이광형, "컴퓨터 엔지니어의 입장에서 본 전문가 시스템의 구현 방법론", 한국정보과학회 91 봄 학술발표 논문집, vol. 18, no. 1, pp. 73-76, 1991.
- [4] Lee KeonMyung, Shin HeeTae, Lee Kwang-Hyung, Cho choongho et al., "Object Oriented Expert Systems for rail vehicle scheduling in steelworks", Proceedings of Korea-Japan Joint Conference on Expert Systems, pp. 597-608, Feb. 2-5, 1992, Seoul, Korea.
- [5] N.Naito, A.Sakuma, K.Shigeno, and N.Mori, "A Real-Time Expert System for Nuclear Power Plant Failure Diagnosis and Operational Guide", Nucl.Technol., pp. 79-284, 1987.
- [6] W.R.Nelson, "REACTOR: An Expert System for Diagnosis and Treatment of Nuclear Reactor Accidents", In National Conf. Artificial Intelligence, Pittsburgh, Pennsylvania, August 18-20, 1982.
- [7] Bill K.H.Sun and David G.Cain, "Computer Applications for Control Room Operator Support in Nuclear Power Plants", Reliability Eng. and Systems Safety, vol. 33, no. 3, 1991
- [8] 조충호, 이광형, "원전의 전기배전반 시스템의 유지보수 시스템", 전문가 시스템 연구회 91 추계 학술대회 논문집, pp. 61-73, 1991.
- [9] 문성익, 이광형, 조충호, 남호윤, 황종선, "나트륨 루프 운전 지원을 위한 전문가 시스템 개발(Operator Decision Support System for Sodium Loop)", 한국정보과학회 94 가을 학술발표 논문집, vol. 21, No. 2, pp. 389-392, 1994.
- [10] 문성익, 이광형, 조충호, 남호윤, 황종선, "나트륨 루프 운전절차지원 전문가 시스템의 개발", 한국정보처리학회 95 춘계 학술발표논문집, vol. 2, No. 1, pp. 326-329, 1995.