

# 웹서비스를 이용한 가압중수로 운전 데이터 전송 시스템 개발 사례에 관한 연구

이상훈, 김응곤, 권오환, 염충섭  
고등기술연구원

## A Study on the Development of Web Service based Operational Data Transfer System of CANDU Nuclear Reactor

Sang Hoon Lee, Eung Gon Kim, O Whan Kwon, Choong Sub Yeum  
Institute for Advanced Engineering  
E-mail: [shoon@iae.re.kr](mailto:shoon@iae.re.kr)

### 요 약

원자력발전소를 안정적으로 운전하기 위해서는 현재 원자로 상태를 파악하고 향후 상태를 예측하기 위해 데이터를 추출하고 가공하는 기술이 필수적이다. 또한 현재 월성 원자력발전소에서 사용하고 있는 클라이언트 서버 기반의 노심관리 업무 프로그램은 향후 도입될 웹 기반 시스템과 상호운용성을 보장함과 동시에 표준화된 계측 데이터를 생산, 제공하여 유지보수 및 생산성을 높이는 것도 요구된다. 이런 요구에 부합하기 위해 웹서비스를 이용하는 것을 고려한 결과, 원자로 계측 시스템에서 만들어진 바이너리 파일을 파싱하여 .NET 기반의 웹애플리케이션에서 사용할 수 있도록 XML형태의 데이터셋으로 전송하는 시스템을 개발하였다. 본 논문에서는 원자력발전소의 데이터 처리 방법과 웹서비스를 이용한 원자로 계측 데이터 전송 시스템 구현에 관한 사례를 소개한다.

### 1. 서론

원자력발전소를 운전하기 위해서는 수 많은 운전 데이터를 추출하고 가공, 분석하여 현재 원자로 상태를 파악하고 향후 상태를 예측하는 기술

이 필수적이다. 현재 우리나라에서 운전 중인 16기의 원자력발전소 중에 가압중수로(PWR)형 12기에는 아날로그 기반의 계측제어계통이 적용되어 있고 1983년 4월에 상업운전을 시작한 월성 원자력발전소 1호기를 포함한 가압중수로(CANDU)형

4기에는 디지털 기반의 계측제어계통이 적용되어 있다.[1]

월성원자력발전소 1호기의 디지털 계측제어계통은 발전소의 제어 및 운전과 관련된 DCC (Digital Control Computer)에서 전송되는 데이터를 기반으로 이루어진다. 이 데이터는 원자로의 출력, 온도, 냉각재 유량과 같은 데이터로서 1분마다 바이너리 파일 형태로 제공된다. 월성원자력발전소 운전을 담당하는 부서에서는 이 데이터를 분석한 결과를 이용해 가압중수로형 발전소에서 가장 중요한 운전관리인 실시간 핵연료교체를 위한 교체 채널을 선정한다.[2]

이와 같은 원자력발전소의 업무를 효율적으로 처리하기 위해서는 무엇보다 정확하고 안정적인 데이터 전송채널을 확보하는 것이 급선무이다. 또한 현재 사용하고 있는 C/S 기반의 노심관리 업무 프로그램을 N-tier의 웹애플리케이션으로 마이그레이션하기 위해서도 상호운용성을 보장하고, 표준화된 계측 데이터를 생산, 제공하는 것이 요구된다.

이와 같은 요구에 부합하기 위해 노심관리 업무 자동화 시스템에서 DCC에서 전송된 바이너리 파일을 파싱하여 .NET 기반의 웹애플리케이션에서 사용할 수 있도록 XML형태의 데이터셋으로 전송하는 웹서비스를 개발하였다.

## 2. 본론

### 2.1 가압중수로 데이터 전송 시스템 개요

본 사례에서는 디지털 계측제어계통으로 부터 데이터를 입수할 수 있는 월성 원자력발전소를 대상으로 노심관리 업무에 필요한 데이터를 추출 가공하는 방법을 구현하는 것을 목표로 하였다.

월성 1호기의 디지털 계측제어계통은 발전소의 제어 및 운전과 관련된 DCC와 발전소 보호와 관련된 PDC(Programmable Digital Comparator)로 이루어진다. 이 중 DCC는 비안전 등급의 제어

계통으로서 실질 업무에 사용하는 데이터를 추출하여 가공하는 것이 가능하나 PDC 계통의 데이터를 중간에 추출하는 것은 발전소의 안전규제상 어려움이 따른다. 그림 1에서 보는 바와 같이 CANDU형 원자력 발전소는 DCC를 사용하여 플랜트를 제어하는데 이 시스템은 제어기능을 처리하는 알고리즘과 신호처리를 이중 구조의 제어컴퓨터로 수행하고 relay switching logic을 이용하여 밸브를 구동하거나 모터를 작동시키게 된다.

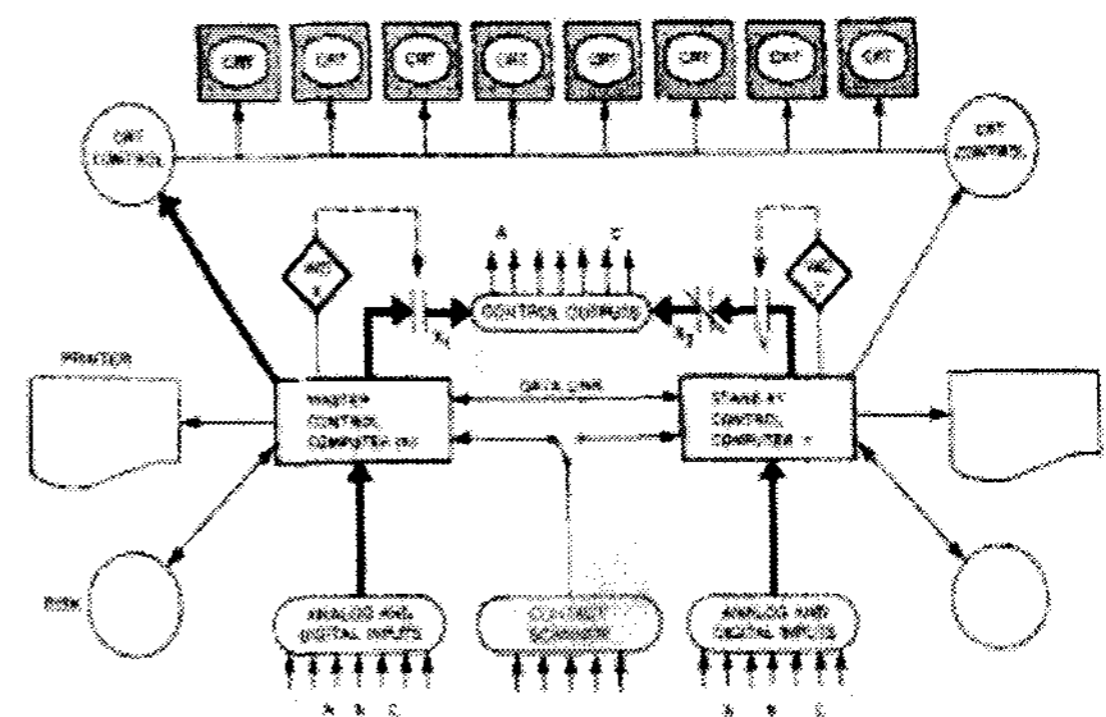


그림 1. CANDU DCC Diagram

CANDU 발전소에서 컴퓨터는 모든 주요 monitoring 기능과 제어기능을 수행한다. 그림 1에서 보듯이 DCC는 이중구조화 되어 있으며 어떤 상황에서 Master X Computer가 비동작하며 곧바로 Standby Computer가 이어받아서 모든 기능을 처리한다. 이 제어 컴퓨터들은 SOE (Sequence Of Events)를 CRT화면에 출력하고 프린터에 기록한다.[2]

### 2.2 중수로 노심관리 업무 자동화 시스템

중수로 노심관리 업무를 자동화하기 위해서는 먼저 이 계측 컴퓨터의 신호를 자동화 시스템이 이해할 수 있도록 변화하여 업무 수행에 필요한 데이터를 시스템으로 통합하고 업무 절차를 기반으로 하는 자동화 알고리즘으로 데이터를 처리하여야 한다. 이렇게 처리한 데이터를 이용해 웹 애플리케이션 서버에서 사용자의 브라우저에 표시

될 HTML 코드를 작성하게 된다. 이를 위해 웹 애플리케이션 서버, 파일 서버, 데이터베이스 서버가 분리된 분산환경을 구현하며 외부코드, 데이터 파일, 데이터베이스가 유기적으로 연동되어야 하며 전체 시스템의 인터페이스는 그림 2와 같다.[3]

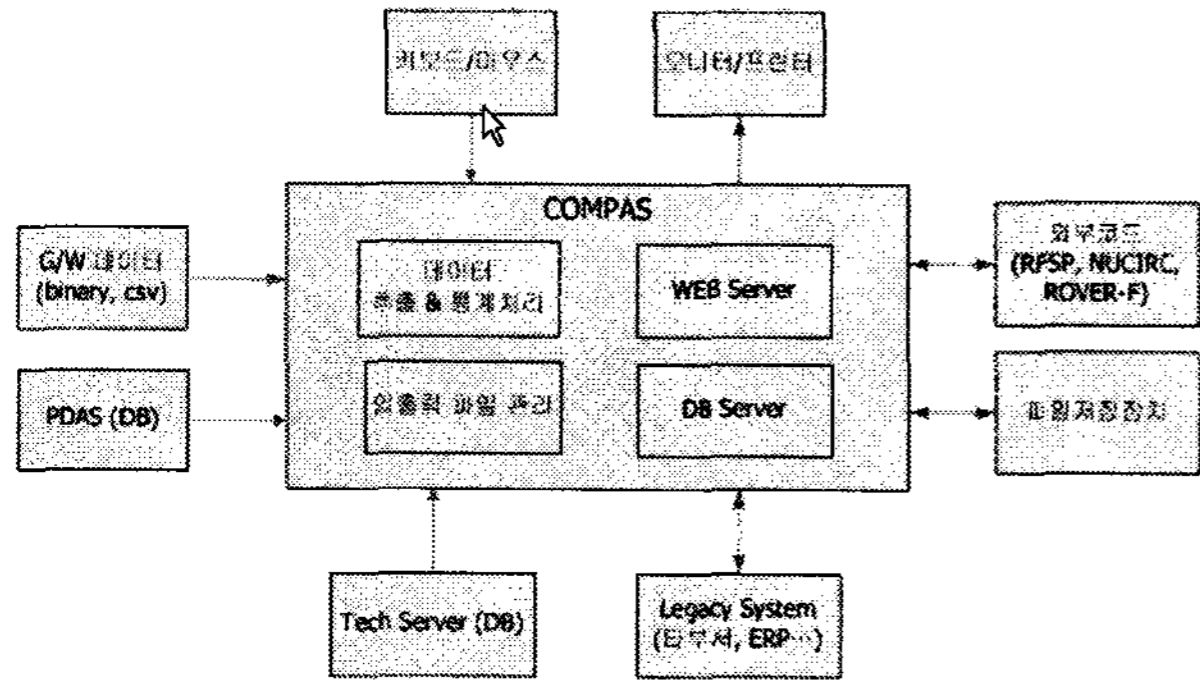


그림 2. 중수로 노심관리 자동화 시스템 인터페이스

이와 같이 구현된 중수로 노심관리 업무 자동화 시스템은 월성 원자력발전소의 Gateway, 외부 데이터베이스, 외부 해석코드의 데이터를 입력으로 하여 노심관리에 필요한 데이터로 가공하고 데이터베이스에 저장한 후 웹을 통해 서비스 된다.

### 2.3 Gateway 파일 분석

본 절에서는 이러한 시스템의 첫 단계인 DCC의 측정데이터가 넘어오는 바이너리 파일을 파싱하여 웹애플리케이션에서 사용할 수 있는 형태의 데이터로 가공하는 것을 중점적으로 기술한다.

DCC의 계측데이터는 8진수의 바이너리 파일로 구성되어 5초마다 하나의 데이터 집합을 기록하고 매 1분마다 12개의 데이터를 묶어 파일로 저장되는데 이 파일에는 고유의 Address 번호가 지정되어 있으며 이 Address에 따라 해당 데이터를 추출하여 사용하게 된다. 개략적인 업무를 플로차트로 나타내면 그림 3과 같다.[4]

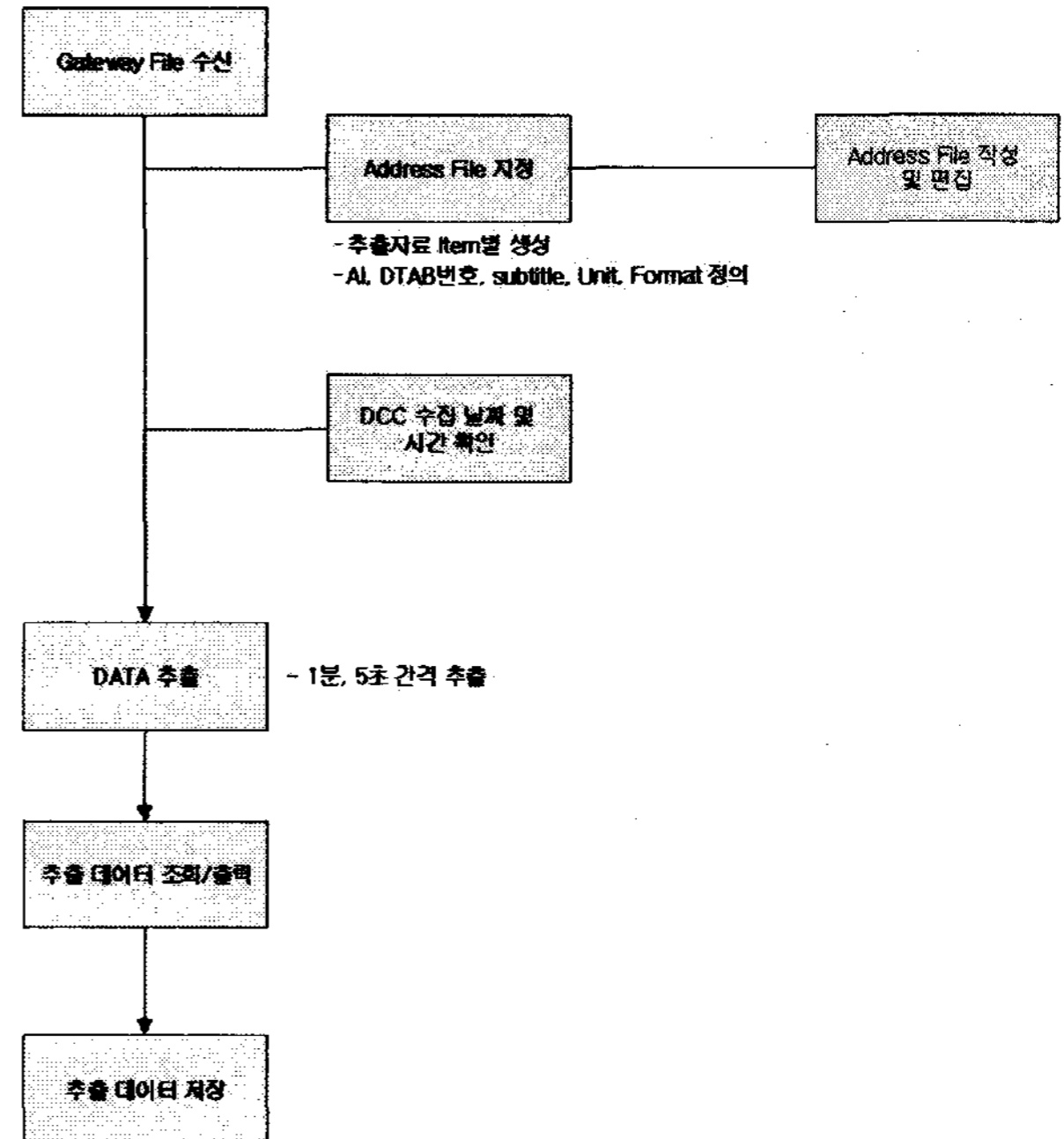


그림 3. 운전자료 수집 업무 플로차트

현재 이 데이터는 VB로 작성된 윈도 애플리케이션에서 처리되어 해당 업무에 사용할 수 있게 가공되어 서비스되고 있다. 사용자는 업무에 필요한 데이터를 얻기 위해 수행일을 입력하고 그 결과 파싱된 데이터를 텍스트 형태로 사용할 수 있게 된다. 이 DCC 데이터 파일을 발전소에서는 Gateway 파일이라고 흔히 부르는데, 발전소에서 사용되는 애플리케이션 및 타 부서에서 사용하게 될 업무를 개발할 때 가장 먼저 수행되는 것 중 하나가 바로 이 Gateway 파일을 해당 시스템에 맞게 Conversion하거나 새로 개발하는 일이었다. 예를 들면, Gateway 파일을 분석하는 기능을 수행하는 프로그램은 VB, C++, Java 등의 각종 언어로 작성되어 다른 애플리케이션에 탑재되어 있다. 그림 4는 VB로 개발된 Gateway 파일 추출 프로그램을 보여준다.

ID	Item Title	Date	01.22.17.47.00	01.22.17.47.00
1	CHECK POINT	PP	1.0000	1.0011
2	NOISE LEVEL	DEC C	76.38	76.38
3	NOISE LEVEL (A)	B	87.05	87.05
4	NOISE LEVEL (L)	B	87.82	87.82
5	NOISE LEVEL (H)	B	87.78	87.78
6	FOR PRESSURE	000	000.0	000.0
7	FOR PRESSURE	000	000.0	000.0
8	FOR PRESSURE	000	000.0	000.0
9	Backup Pressure	Bar(a)	46.107	46.105
10	Backup Pressure	Bar(a)	45.806	45.808
11	Backup Pressure	Bar(a)	46.005	46.003
12	Backup Pressure	Bar(a)	46.053	46.050
13	Backup Level (A)	B	1.50	1.50
14	Backup Level (B)	B	1.81	1.81
15	Backup Level (C)	B	1.50	1.50
16	Backup Level (D)	B	1.50	1.50
17	Backup Level (E)	B	1.50	1.50
18	Backup Level (F)	B	1.50	1.50
19	Backup Level (G)	B	1.50	1.50
20	Backup Level (H)	B	1.50	1.50
21	Backup Level (I)	B	1.50	1.50
22	Backup Level (J)	B	1.50	1.50
23	Backup Level (K)	B	1.50	1.50
24	Backup Level (L)	B	1.50	1.50
25	Backup Level (M)	B	1.50	1.50
26	Backup Level (N)	B	1.50	1.50
27	Backup Level (O)	B	1.50	1.50
28	Backup Level (P)	B	1.50	1.50
29	Backup Level (Q)	B	1.50	1.50
30	Backup Level (R)	B	1.50	1.50
31	Backup Level (S)	B	1.50	1.50
32	Backup Level (T)	B	1.50	1.50
33	Backup Level (U)	B	1.50	1.50
34	Backup Level (V)	B	1.50	1.50
35	Backup Level (W)	B	1.50	1.50
36	Backup Level (X)	B	1.50	1.50
37	Backup Level (Y)	B	1.50	1.50
38	Backup Level (Z)	B	1.50	1.50
39	Backup Level (AA)	B	1.50	1.50
40	Backup Level (AB)	B	1.50	1.50
41	Backup Level (AC)	B	1.50	1.50
42	Backup Level (AD)	B	1.50	1.50
43	Backup Level (AE)	B	1.50	1.50
44	Backup Level (AF)	B	1.50	1.50
45	Backup Level (AG)	B	1.50	1.50
46	Backup Level (AH)	B	1.50	1.50
47	Backup Level (AI)	B	1.50	1.50
48	Backup Level (AJ)	B	1.50	1.50
49	Backup Level (AK)	B	1.50	1.50
50	Backup Level (AL)	B	1.50	1.50
51	Backup Level (AM)	B	1.50	1.50
52	Backup Level (AN)	B	1.50	1.50
53	Backup Level (AO)	B	1.50	1.50
54	Backup Level (AP)	B	1.50	1.50
55	Backup Level (AQ)	B	1.50	1.50
56	Backup Level (AR)	B	1.50	1.50
57	Backup Level (AS)	B	1.50	1.50
58	Backup Level (AT)	B	1.50	1.50
59	Backup Level (AU)	B	1.50	1.50
60	Backup Level (AV)	B	1.50	1.50
61	Backup Level (AW)	B	1.50	1.50
62	Backup Level (AX)	B	1.50	1.50
63	Backup Level (AY)	B	1.50	1.50
64	Backup Level (AZ)	B	1.50	1.50
65	Backup Level (BA)	B	1.50	1.50
66	Backup Level (BB)	B	1.50	1.50
67	Backup Level (BC)	B	1.50	1.50
68	Backup Level (BD)	B	1.50	1.50
69	Backup Level (BE)	B	1.50	1.50
70	Backup Level (BF)	B	1.50	1.50
71	Backup Level (BG)	B	1.50	1.50
72	Backup Level (BH)	B	1.50	1.50
73	Backup Level (BI)	B	1.50	1.50
74	Backup Level (BJ)	B	1.50	1.50
75	Backup Level (BK)	B	1.50	1.50
76	Backup Level (BL)	B	1.50	1.50
77	Backup Level (BM)	B	1.50	1.50
78	Backup Level (BN)	B	1.50	1.50
79	Backup Level (BO)	B	1.50	1.50
80	Backup Level (BP)	B	1.50	1.50
81	Backup Level (BQ)	B	1.50	1.50
82	Backup Level (BR)	B	1.50	1.50
83	Backup Level (BS)	B	1.50	1.50
84	Backup Level (BT)	B	1.50	1.50
85	Backup Level (BU)	B	1.50	1.50
86	Backup Level (BV)	B	1.50	1.50
87	Backup Level (BW)	B	1.50	1.50
88	Backup Level (BX)	B	1.50	1.50
89	Backup Level (BY)	B	1.50	1.50
90	Backup Level (BZ)	B	1.50	1.50
91	Backup Level (CA)	B	1.50	1.50
92	Backup Level (CB)	B	1.50	1.50
93	Backup Level (CC)	B	1.50	1.50
94	Backup Level (CD)	B	1.50	1.50
95	Backup Level (CE)	B	1.50	1.50
96	Backup Level (CF)	B	1.50	1.50
97	Backup Level (CG)	B	1.50	1.50
98	Backup Level (CH)	B	1.50	1.50
99	Backup Level (CI)	B	1.50	1.50
100	Backup Level (CJ)	B	1.50	1.50
101	Backup Level (CK)	B	1.50	1.50
102	Backup Level (CL)	B	1.50	1.50
103	Backup Level (CM)	B	1.50	1.50
104	Backup Level (CN)	B	1.50	1.50
105	Backup Level (CO)	B	1.50	1.50
106	Backup Level (CP)	B	1.50	1.50
107	Backup Level (CQ)	B	1.50	1.50
108	Backup Level (CR)	B	1.50	1.50
109	Backup Level (CS)	B	1.50	1.50
110	Backup Level (CT)	B	1.50	1.50
111	Backup Level (CU)	B	1.50	1.50
112	Backup Level (CV)	B	1.50	1.50
113	Backup Level (CW)	B	1.50	1.50
114	Backup Level (CX)	B	1.50	1.50
115	Backup Level (CY)	B	1.50	1.50
116	Backup Level (CZ)	B	1.50	1.50
117	Backup Level (DA)	B	1.50	1.50
118	Backup Level (DB)	B	1.50	1.50
119	Backup Level (DC)	B	1.50	1.50
120	Backup Level (DD)	B	1.50	1.50
121	Backup Level (DE)	B	1.50	1.50
122	Backup Level (DF)	B	1.50	1.50
123	Backup Level (DG)	B	1.50	1.50
124	Backup Level (DH)	B	1.50	1.50
125	Backup Level (DI)	B	1.50	1.50
126	Backup Level (DJ)	B	1.50	1.50
127	Backup Level (DK)	B	1.50	1.50
128	Backup Level (DL)	B	1.50	1.50
129	Backup Level (DM)	B	1.50	1.50
130	Backup Level (DN)	B	1.50	1.50
131	Backup Level (DO)	B	1.50	1.50
132	Backup Level (DP)	B	1.50	1.50
133	Backup Level (DQ)	B	1.50	1.50
134	Backup Level (DR)	B	1.50	1.50
135	Backup Level (DS)	B	1.50	1.50
136	Backup Level (DT)	B	1.50	1.50
137	Backup Level (DU)	B	1.50	1.50
138	Backup Level (DV)	B	1.50	1.50
139	Backup Level (DW)	B	1.50	1.50
140	Backup Level (DX)	B	1.50	1.50
141	Backup Level (DY)	B	1.50	1.50
142	Backup Level (DZ)	B	1.50	1.50
143	Backup Level (EA)	B	1.50	1.50
144	Backup Level (EB)	B	1.50	1.50
145	Backup Level (EC)	B	1.50	1.50
146	Backup Level (ED)	B	1.50	1.50
147	Backup Level (EE)	B	1.50	1.50
148	Backup Level (EF)	B	1.50	1.50
149	Backup Level (EG)	B	1.50	1.50
150	Backup Level (EH)	B	1.50	1.50
151	Backup Level (EI)	B	1.50	1.50
152	Backup Level (EJ)	B	1.50	1.50
153	Backup Level (EK)	B	1.50	1.50
154	Backup Level (EL)	B	1.50	1.50
155	Backup Level (EM)	B	1.50	1.50
156	Backup Level (EN)	B	1.50	1.50
157	Backup Level (EO)	B	1.50	1.50
158	Backup Level (EP)	B	1.50	1.50
159	Backup Level (EQ)	B	1.50	1.50
160	Backup Level (ER)	B	1.50	1.50
161	Backup Level (ES)	B	1.50	1.50
162	Backup Level (ET)	B	1.50	1.50
163	Backup Level (EU)	B	1.50	1.50
164	Backup Level (EV)	B	1.50	1.50
165	Backup Level (EW)	B	1.50	1.50
166	Backup Level (EX)	B	1.50	1.50
167	Backup Level (EY)	B	1.50	1.50
168	Backup Level (EZ)	B	1.50	1.50
169	Backup Level (FA)	B	1.50	1.50
170	Backup Level (FB)	B	1.50	1.50
171	Backup Level (FC)	B	1.50	1.50
172	Backup Level (FD)	B	1.50	1.50
173	Backup Level (FE)	B	1.50	1.50
174	Backup Level (FF)	B	1.50	1.50
175	Backup Level (FG)	B	1.50	1.50
176	Backup Level (FH)	B	1.50	1.50
177	Backup Level (FI)	B	1.50	1.50
178	Backup Level (FJ)	B	1.50	1.50
179	Backup Level (FK)	B	1.50	1.50
180	Backup Level (FL)	B	1.50	1.50
181	Backup Level (FM)	B	1.50	1.50
182	Backup Level (FN)	B	1.50	1.50
183	Backup Level (FO)	B	1.50	1.50
184	Backup Level (FP)	B	1.50	1.50
185	Backup Level (FQ)	B	1.50	1.50
186	Backup Level (FR)	B	1.50	1.50
187	Backup Level (FS)	B	1.50	1.50
188	Backup Level (FT)	B	1.50	1.50
189	Backup Level (FU)	B	1.50	1.50
190	Backup Level (FV)	B	1.50	1.50
191	Backup Level (FW)	B	1.50	1.50
192	Backup Level (FX)	B	1.50	1.50
193	Backup Level (FY)	B	1.50	1.50
194	Backup Level (FZ)	B	1.50	1.50
195	Backup Level (GA)	B	1.50	1.50
196	Backup Level (GB)	B	1.50	1.50
197	Backup Level (GC)	B	1.50	1.50
198	Backup Level (GD)	B	1.50	1.50
199	Backup Level (GE)	B	1.50	1.50
200	Backup Level (GF)	B	1.50	1.50

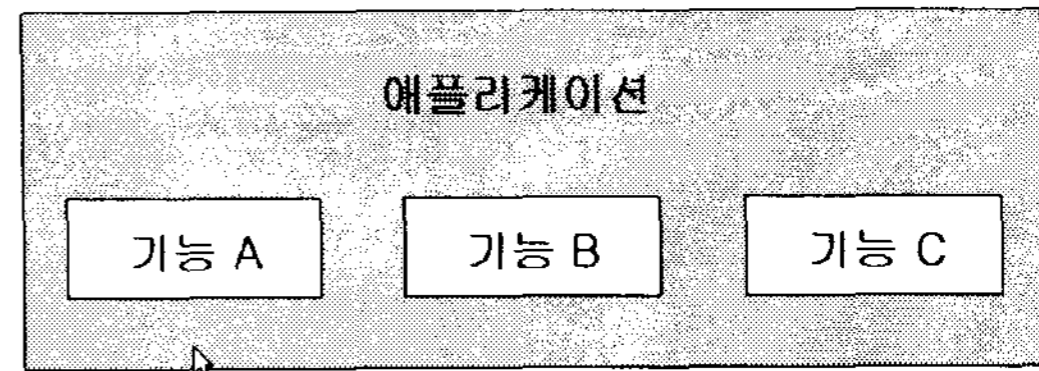
그림 4. Gateway 파일 추출 프로그램

일단 추출된 Gateway 파일은 해당 기간의 평균과 표준편차 등의 기본적인 통계처리를 거친 후 해당 업무에 따라 사용자 및 시스템에 의해 분석되어 업무 절차에 맞는 결과를 산출하게 된다.

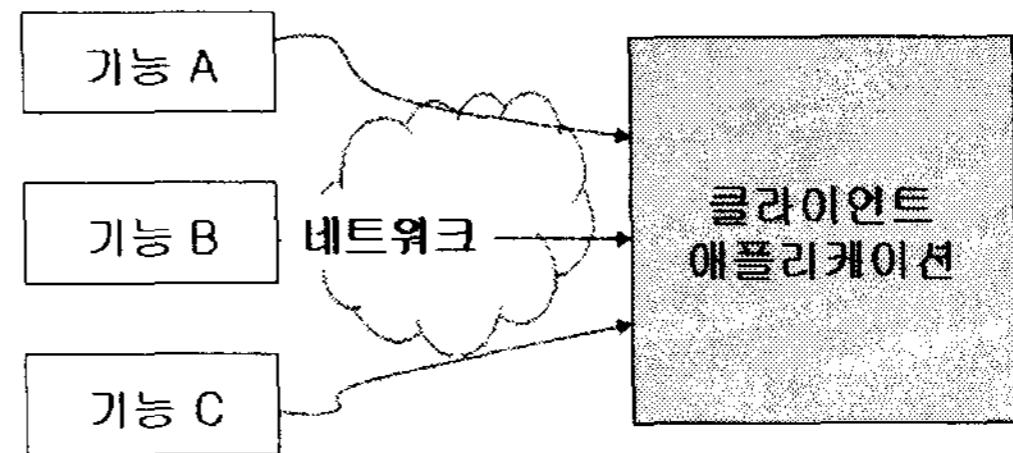
#### 2.4 웹서비스

웹서비스는 각종 어플리케이션 통합 문제 및 다양한 이 기종 플랫폼에 따른 기업간 협업문제를 해결할 수 있는 이상적인 모델로 평가받고 있다. 이는 웹서비스의 특징인 Tightly Coupled 시스템이 아니라 유연한 Loosely Coupled 구조를 통해서 이질적인 데이터 표준을 유연하게 통합해 주는 구조에 기인한다.[5]

웹서비스는 어플리케이션을 위한 새로운 구조상의 패러다임으로서 산업의 표준 네트워크, 어플리케이션 인터페이스 및 프로토콜을 통해 다른 어플리케이션 또는 다른 웹서비스에서 사용 가능하도록 구현해 준다. 어플리케이션은 서비스의 물리적인 통합 없이도 단지 네트워크를 통해 호출함으로써 웹서비스 기능을 사용할 수 있다. 즉, 웹서비스는 URL 형식의 주소로 지정되는 재사용 소프트웨어 구성 블록(building block)을 의미한다. 이런 구조상의 차이는 그림 5와 같다.[6]



(a) 기능 A, B 그리고 C가 통합된 단일 어플리케이션



(b) 기능 A, B 그리고 C를 사용하기 위해 웹서비스를 호출하는 클라이언트 어플리케이션

#### 그림 5. 기존 어플리케이션과 웹서비스를 이용한 분산 어플리케이션 비교

웹서비스를 이용한 분산 어플리케이션을 구현할 경우 경우기존의 통합 어플리케이션이 제공할 수 없었던 다음과 같은 일련의 기능을 제공할 수 있다.

- 정확한 레퍼런스로서의 데이터 소스 확보
- 코드 재사용성 향상으로 인한 중복 개발 방지
- 이기종 시스템간의 데이터 호환성 향상
- 통합시스템의 데이터 손스 단일화

즉, 기존의 다양한 언어와 플랫폼에서 개발된 데이터 추출 프로그램을 일원화하여 향후 개발될 어플리케이션 및 현재 개발 중인 웹기반 노심관리 업무 자동화 시스템의 데이터 소스로서 활용할 수 있는 단일한 창구가 확보될 수 있을 뿐만 아니라 노심관리 업무에 사용되는 다양한 플랫폼 즉, 윈도우, 유닉스 시스템에서 공통적으로 사용할 수 있다는 것이다.

#### 2.5 웹서비스를 이용한 운전 데이터 전송

Gateway에서 보내진 파일을 파싱하여 필요

한 데이터를 제공하는 시스템을 구축하기 위하여 다음과 같은 웹서비스 인터페이스가 개발되었다.

웹서비스는 월성 노심관리 시스템의 한 부분인 Gateway 파일을 저장하는 파일서버단에 deploy되어 일련의 요구에 대응하여 결과를 XML 파일 형태의 DataSet을 통해 제공한다.

사용자는 그림 6에서 보이는 것 같이 URL을 통해 returnGW라는 웹메서드(WebMethod)를 호출하는데 이 때 파일경로와 추출범위를 한정 짓는 조건으로 업무 번호(task\_no)와 발전소 호기(unit\_no)를 이용해 호출한다.

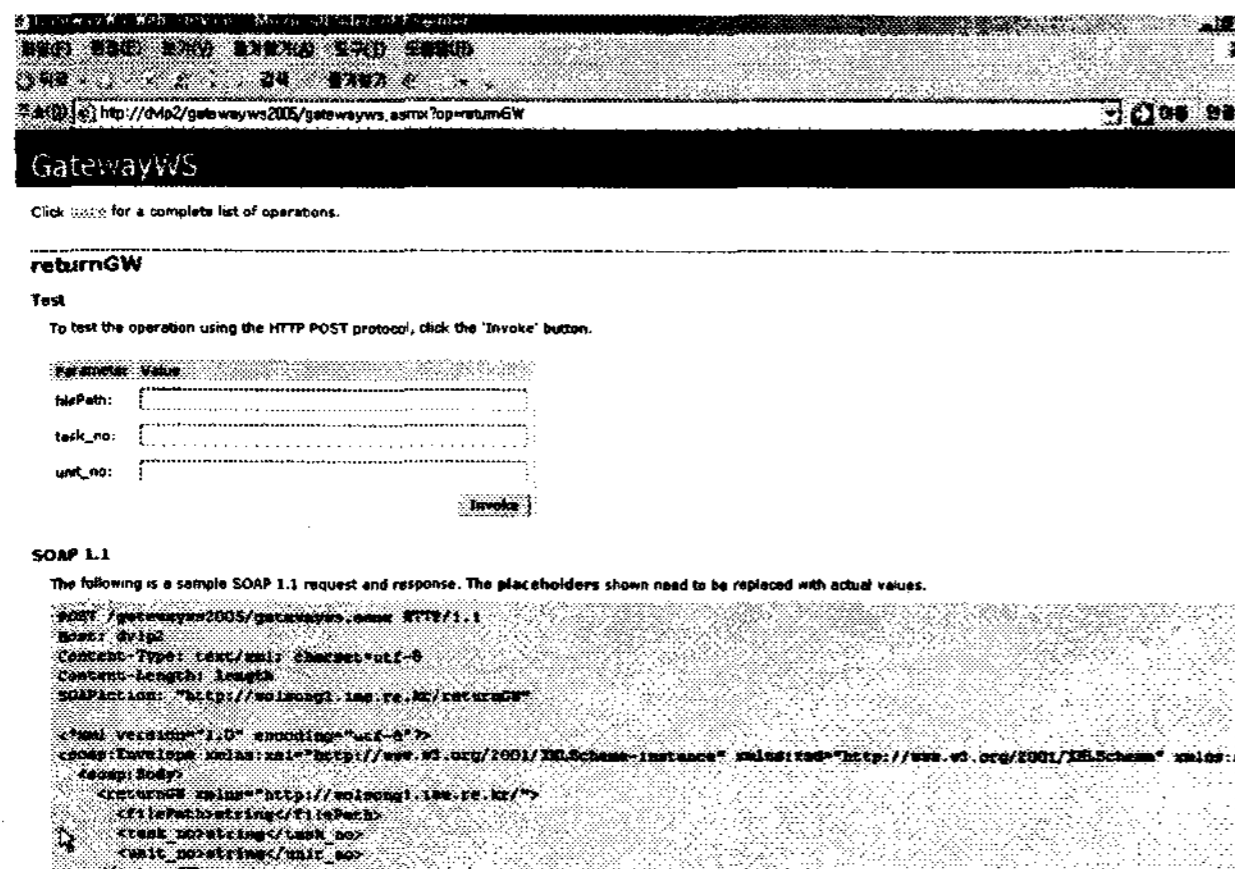


그림 6. 웹서비스를 이용한 운전 데이터 호출 method 구현

구현 중인 노심관리 업무 자동화 시스템에서 이 웹서비스를 소비하는 곳은 애플리케이션으로 구분할 때, ASP.NET 웹애플리케이션에서 Object DataSource로서 사용하는 것과 Smart Client로 구현되는 모듈에서 사용하는 것으로 크게 나눌 수 있었다. 기본적으로 사용하는 방법과 데이터 처리 부분은 크게 신경쓰지 않고 데이터를 처리하는 컴포넌트를 공유할 수 있었다. 필요한 매개변수를 입력한 출력 결과는 그림 7과 같이 XML형태로 클라이언트에 제공된다.

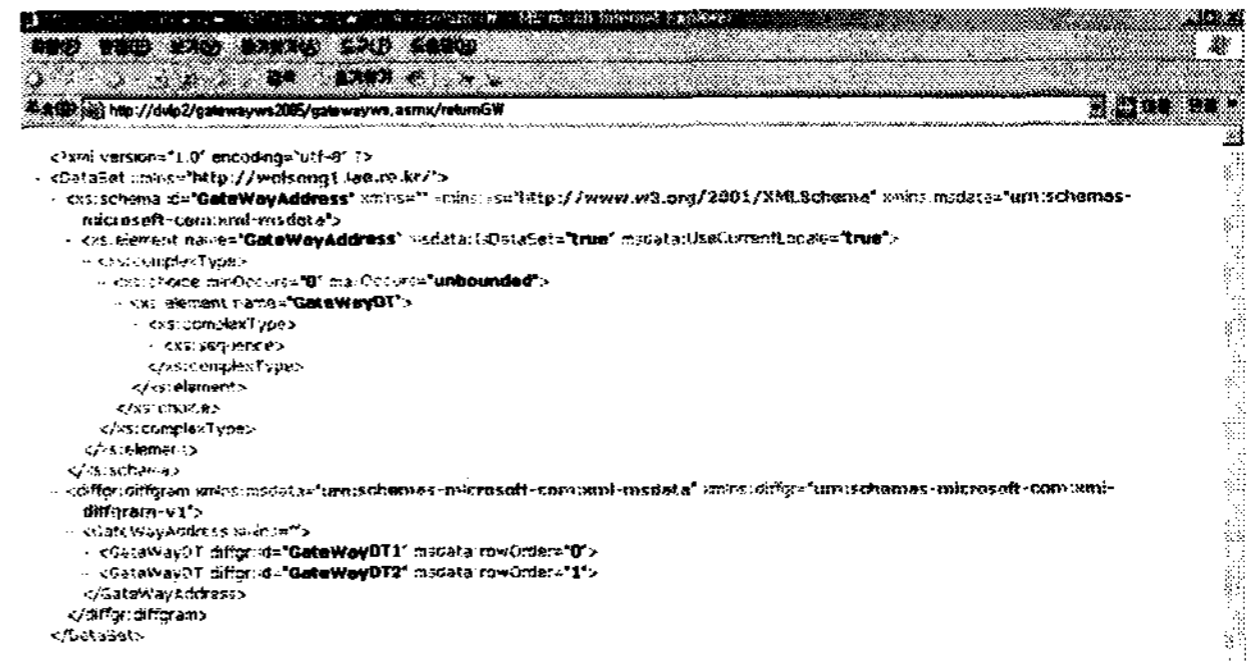


그림 7. XML DataSet 결과

### 3. 결론

가압중수로의 노심업무 관리 및 모니터링에 필수적인 데이터인 DCC의 계측 데이터를 바이너리 파일로 받아 웹서비스를 통해 XML형태로 클라이언트에게 제공하는 시스템을 구현하였다.

기존의 다양하고 체계적이지 않은 데이터 처리 프로그램과 달리 이기종의 호환성을 보장할 수 있는 데이터 소스를 확보하는 측면에서 웹서비스를 검토한 후 적용한 결과 현재 구현 중인 시스템에서 성공적으로 적용되었다. 또한 향후 개발되는 시스템에서도 중복개발을 방지하며 추진 중인 발전소의 분산시스템에서도 유용하게 활용할 수 있을 것으로 보인다.

또한 데이터 소스를 웹서비스로 제공하여 데이터 처리의 다양성 및 모호성을 배제하여 시스템의 개발 및 유지보수에 드는 비용을 절감할 수 있을 것으로 예상된다.

결론으로, 웹서비스를 통해 제공되는 데이터는 현재 개발 중인 .NET기반의 웹애플리케이션 뿐만 아니라 발전소의 UNIX 환경에서 운용되는 애플리케이션과도 유연하게 연동할 수 있음을 알 수 있었으며 차후 도입 예정인 분산환경에서도 가장 적합한 데이터 소스로서 유용하게 이용할 수 있음을 알 수 있었다. 또한 원자력발전소를 비롯한 각종 플랜트의 데이터 처리를 위한 주요한 사례가 될 수 있을 것이다.

## [참고문헌]

- [1] 성태용 외, 디지털 계측제어기기의 하드웨어 신뢰도 정량평가 방법 비교 연구, 한국원자력연구소, 2002
- [2] 이동영 외, 원전 계측제어계통 기술현황(2000년), 한국원자력연구소, 2000
- [3] 중수로 노심관리 현안 자동화 체계 구축, 1차년도 중간보고서, IAE, 2006
- [4] 중수로 노심관리 현안 자동화 시스템 소프트웨어 요구사항 명세서, IAE, 2005
- [5] 전자정부 웹 서비스 상호운용성 프레임워크 방안 연구, 한국전산원, 2004
- [6] Sandeep Chatterjee et al, Developing Enterprise Web Services An Architect's Guide, Prentice Hall, 2004