

## 웹 기반에 의한 조류해석의 교육용 소프트웨어 개발

박형국\*, 김광원, 김한준  
울산대학교

### Development of Web-based Software for Power Flow Education

Hyung-Gug Park\*, Gwang-Won Kim, Han-Jun Kim  
University Of Ulsan

**Abstract** - 본 논문에서는 조류해석에 관한 내용을 웹으로 구현하여 학생들로 하여금 쉽게 학습할 수 있도록 하였고, 풍부한 하이퍼링크로써 궁금한 사항에 대한 즉각적인 On-Line 참조가 되도록 하였다. 웹 문서는 HTML 태그와 자바스크립트를 이용하여 작성하였고 동적이고 양방향적으로 구현할 수 있도록 하는 프로토펴콜로써 CGI를 사용하여 제공된 입력 데이터를 웹에서 수정해가며 직접 조류계산을 수행할 수 있도록 하였다. 또한 학습자가 결과를 얻고 싶어하는 전력시스템에 대해서는 File Upload를 통하여 결과를 확인할 수 있도록 하였다. File Upload를 위해 qDecoder-7.0 CGI 라이브러리를 이용하였다. 전력 방정식을 풀기 위해 사용된 산법으로는 고속 분할법을 사용하였으며, 모션 서열화와 스파스 프로그래밍 기법 등을 사용하였다. CGI 프로그램에는 C++를 이용하였다.

#### 1. 서 론

전력조류를 해석함으로써 전력 계통의 각 선로나 설비에 흐르는 전력의 분포를 파악하는 것은 현 시스템을 경제적으로 계획하고 운영함에 있어 필요할 뿐만 아니라 전력의 상호 교환에 있어도 그 근본이 된다. 또한 미래 계통 확장에 대한 계획에도 필요하다는 점에서 조류해석 분야는 전력 계통 공학에서 상당히 중요한 부분을 차지하고 있다[1]-[2]. 이러한 조류해석 분야를 웹으로 교육함으로써 학생들에게 전력 계통 공학에 대한 관심을 진작시키고 더불어 우수인력을 양성하는 측면에서도 효과적이다.

WWW(World Wide Web)는 편리한 사용자 인터페이스와 하이퍼링크, 멀티미디어 기능 등으로 인해 인터넷 사용자의 폭발적인 증가를 가져오고 있다. 현대사회와 같이 격변하는 정보화 사회에서 웹을 통해 정보와 지식을 습득할 수 있게 됨으로써 시간과 공간의 제약을 탈피하여 언제든지 원하는 정보와 지식을 실시간으로 제공받을 수 있게 되었다[7]-[8]. 이러한 인터넷을 기반으로 한 교육시스템은 학생들 스스로가 능동적인 학습이 될 수 있도록 학습동기를 유발하고 창의성을 증진시킬 수 있도록 하는 등 미래 교육의 근간이 되고 있다.

현재 웹에서 구현되는 서비스는 HTML이라는 미리 만들어진 문서만을 사용자에게 보여줄 수밖에 없는 정적이고 단방향적인 기능에 머물러 있고, 동적이고 양방향적인 웹 서비스까지 제공되어지고 있다. CGI(Common Gateway Interface) 프로그램은 이러한 사용자의 요구를 충족시킬 수 있도록 만들어진 프로그램으로써 외부 프로그램과 웹서버(HTTP Server)간의 연결 역할을 하고 서버 컴퓨터에서 독립적으로 실행되어지는 프로그램이다[7]-[8].

본 논문에서는 웹을 기반으로 하여 전력 계통 공학의 조류해석에 대한 이론적인 내용과 조류계산에 적용되어지는 산법, 사례연구를 주 내용으로 하여 학생들 스스로 조류해석에 대한 이해와 지식을 습득할 수 있도록 하였고, 전력시스템의 기본적인 내용이나 학습도중 일어날

수 있는 궁금한 사항에 대해서는 하이퍼링크를 통해 제공함으로써 학습효과를 증가시키도록 하였다. 본 프로그램에서는 기본적으로 IEEE 14모선 계통에 대해 발전기 데이터와 선로 데이터를 웹을 통해 입력받아 조류계산을 수행할 수 있도록 하였고, 학습자가 결과를 얻고 싶어하는 기타 전력시스템에 대해서는 File Upload를 통하여 결과를 확인할 수 있도록 하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 전력조류계산

조류해석이란 정상상태에서 전력계통의 각 모선에서의 전압의 크기와 위상각을 결정하고, 이들로부터 전송선로의 유효 및 무효전력의 값을 찾아내는 문제로 요약할 수 있다[1]-[2]. 전력시스템의 조류계산에 널리 사용되는 산법으로는 가우스 자이델법, 뉴턴 램슨법 및 뉴턴 램슨법의 변형인 분할법과 고속 분할법 등이 있다. 본 논문에서는 복수의 사용자가 접속하여 조류계산을 수행하거나 File Upload에 의한 대규모 계통을 해석할 경우 계산 시간을 감소시키기 위해 고속 분할법을 사용하였다.

##### 2.1.1 고속 분할법

고속 분할법은 뉴턴 램슨법의 변형된 산법으로써 계산 시간을 감소시키기 위해 계통의 물리적 특성, 즉 유효전력은 전압의 위상각에 민감하고, 무효전력은 전압의 크기에 민감한 점(식(1))과 모선에서의 송·수전단의 위상차는 거의 같다는 점(식(2)) 등을 고려하여 근사화한 자코비안 행렬을 상수로 하여 수치해를 구하는 산법이다[1]-[3].

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & 0 \\ 0 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta V \end{bmatrix}$$

or

$$\begin{aligned} \Delta P &= J_1 \Delta \delta = \left[ \frac{\partial P}{\partial \delta} \right] [\Delta \delta] \\ \Delta Q &= J_4 \Delta V = \left[ \frac{\partial Q}{\partial V} \right] [\Delta V] \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \left[ \frac{\Delta P}{|V|} \right] &= -[B'] [\Delta \delta] \\ \left[ \frac{\Delta Q}{|V|} \right] &= -[B''] [\Delta V] \end{aligned} \quad (2)$$

이와 같은 고속 분할법에 의한 조류계산은 산법 자체 각 근사화 되어 반복 회수가 증가하는 단점이 있지만, 각 반복단계에서의 계산시간이 현저히 감소하기 때문에 전체 계산속도는 크게 향상된다. 현재 대규모 계통에 대한 조류해석은 고속 분할 조류계산법을 많이 사용하고 있으며, 특히 연속 조류계산이나 상정사고 해석 등에 유용하게 사용된다.

### 2.1.2 스파스(Sparse) 기법

실제의 전력계통에서 구성되는 행렬들은 5[%]미만의 비영요소로 이루어진 희소행렬이라는 특징을 가지고 있다. 따라서 이런 비영요소만을 저장함으로써 저장장소의 절약 및 계산시간의 향상을 꾀할 수 있다.

Tinney[4] 등이 제안한 스파스 기법은 행렬요소 중 비영요소만을 고정된 테이블에 저장하고, 저장된 테이블로부터 데이터를 가져오는 일은 각 행렬요소의 위치를 저장하는 부가적인 테이블을 이용한다. 다음 표1과 표2와 같이 IEEE 5모선 샘플 계통을 예로 들면, 표1에는 행렬의 대각요소와 표2의 비대각 요소의 인덱스가 저장되고, 표2에는 행렬의 비대각 요소가 저장한다. 예를 들어, 표1의 2행은 표2의 'Loc 3'에서 시작하고, 표1의 3행은 표2의 'Loc 6'에서 시작한다. 표2의 'Col'은 각 데이터의 열(Column) 정보를 갖는다.

Loc	$G_{kk}$	$B_{kk}$	Idx
1	$G_{11}$	$B_{11}$	1
2	$G_{22}$	$B_{22}$	3
3	$G_{33}$	$B_{33}$	6
4	$G_{44}$	$B_{44}$	7
5	$G_{55}$	$B_{55}$	8

표1. 행렬의 대각요소 및 비대각요소의 인덱스 저장

Loc	Col	$G_{km}$	$B_{km}$
1	2	$G_{12}$	$B_{12}$
2	3	$G_{13}$	$B_{13}$
3	3	$G_{23}$	$B_{23}$
4	4	$G_{24}$	$B_{24}$
5	5	$G_{25}$	$B_{25}$
6	4	$G_{34}$	$B_{34}$
7	5	$G_{45}$	$B_{45}$
8	0		

표2. 행렬의 비대각요소 및 열 정보 저장

### 2.1.3 모션 서열화(Ordering)

뉴턴 랍슨법 및 그 변형 산법들은 모션 어드미턴스 행렬이나 자코비안 행렬 등을 처리할 때 스파스(Sparse) 프로그래밍 기법을 적용한다. 그러나 자코비안 행렬의 삼각화 과정에서 발생하는 생성항(Fill-in term)으로 인하여 여전히 많은 저장장소가 필요하게 되고, 계산시간이 늘어나는 문제가 있다. 따라서 계수행렬의 생성항을 감소시키기 위해 행렬 서열화(Ordering)기법을 적용함으로써 계산시간을 더욱 향상시킬 뿐만 아니라 메모리 크기를 줄일 수 있어 대규모 계통의 적용을 가능하게 한다. 그림1과 그림2에서와 같이 IEEE 14모선에 대해 Ordering을 적용한 경우의 생성항 수(8개)와 적용하지 않은 경우의 생성항 수(42개)에 있어 많은 차이를 보여주고 있다.

x: 행렬의 삼각화로 생성되는 Fill-In 항

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0	0												
2	0	0	0											
3	0	0	0	x										
4	0	0	0	0	0									
5	0	0	x	0	0	x								
6				0	0	x	x	0	0					
7			0	x	x	0	0	0	x	x	x			
8					0	0	x	x	x	x				
9			0	x	x	0	x	0	0	x	x	x	0	
10							0	0	0	x	x	x		
11				0	x	x	0	0	0	x	x	x		
12				0	x	x	x	x	0	0	x			
13				0	x	x	x	x	0	0	0			
14					0	x	x	x	0	0	0			

그림1. Ordering을 적용하지 않은 경우

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0							0						
2		0	0						0					
3		0	0				0		x					
4				0	0	0								
5					0	0	0							
6						0	0	x	0					
7						0	0	0	x	0				
8							0	0	x	0	x			0
9			0	x	0	x	0	0	0	0				0
10										0	0	0		0
11								0	x	0	0	0		0
12										0	0	0	0	0
13											0	0	0	0
14												0	0	0

그림2. Ordering을 적용한 경우

Tinney 등이 제안한 3가지 행렬 서열화 기법(Ordering Scheme)을 요약하면 다음과 같다.

① 기법 1. 각 모선에 연결된 선로의 수가 가장 작은 모선의 순서(오름차순)로 모선 번호를 재배열한다.

② 기법 2. 소거의 각 단계에서, 모선에 연결된 선로의 수가 가장 작은 모선의 순서로 모선 번호를 재배열한다. 이때 연결된 선로의 수가 같은 모선의 경우 모선 번호는 임의로 지정한다.

③ 기법 3. 각 단계의 소거의 결과, 모선에 연결된 선로의 수가 가장 작은 모선이 먼저 모선번호를 부여 받도록 재배열한다. 연결된 선로의 수가 같은 모선의 경우 모선 번호는 임의로 지정한다.

## 2.2 웹 프로그램

웹 브라우저와 웹 서버 사이의 통신 규약 중의 하나인 HTTP 프로토콜과 웹 문서를 동적이고 양방향적으로 구현하기 위해 사용되어지는 CGI 프로그램에 대한 전반적인 내용은 다음과 같다.

### 2.2.1. HTTP 프로토콜

프로토콜은 웹 브라우저의 요청 정보의 유형과 웹 서버의 응답 방법을 정의하고 있는 통신 규약으로써 HTTP, gopher, ftp, telnet, mailto, news 등이 사용되어지고 있다. 그 중에서 HTTP 프로토콜은 서버와 클라이언트 컴퓨터 사이의 하이퍼텍스트를 전송하기 위해 만들어진 프로토콜을 말한다. HTTP의 문서 처리 과정을 보면 다음 그림3과 같이 연결 당 하나의 처리 과정을 수행하는 것을 볼 수가 있다.

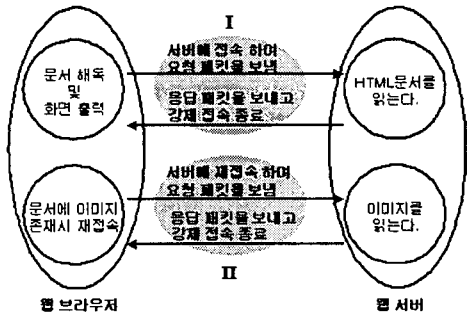


그림3. HTTP의 문서 처리 과정

즉, 서버에 접속한 후 문서를 읽어오고 서버와의 접속을 끊는 최초의 문서 처리 과정(I)과 문서에 이미지가 존재하게 되면 재 접속하여 이미지를 읽어오고 서버와의 접속을 끊는 두 번째 문서 처리 과정(II) 등 2번의 문서 처리 과정을 수행하게 된다. 예를 들어, 웹 브라우저가 10개의 이미지를 가진 HTML 문서를 출력하기 위해서 총 11번의 문서 처리 과정을 수행하게 된다.

이러한 HTTP 문서 처리 과정은 상호 무관한 특징을 가지고 있다. 웹 서버는 이러한 처리 과정을 하나의 단위로 하여 클라이언트와의 접속을 끊어줌으로써 서버 컴퓨터의 부하를 줄여 주고 많은 클라이언트들이 웹 서버로부터 동시에 문서를 로드할 수 있게 함으로써 웹이 인터넷상에서 성공할 수 있게 하였다(7).

### 2.2.2 CGI

인터넷 사용자들은 HTML의 정적이고 단방향적인 기능에서 벗어나 양방향적이고 동적인 웹 문서를 원하게 됨으로써 CGI(Common Gateway Interface) 프로그램은 탄생되었다. 쉘(SHELL), 필, 델파이, 비주얼 베이직, ASP, C++와 같이 CGI 프로그램은 클라이언트에 의해 실행이 요청되어지며 웹 서버는 서버 컴퓨터 상에서 CGI 프로그램을 독립적으로 실행시킨다. 이와 같이 CGI 프로그램은 외부프로그램과 웹서버(HTTP Server)간의 연결 역할을 하는 프로그램이다. CGI를 통한 전반적인 데이터 흐름은 다음 그림4와 같이 표현할 수 있다(7)-(8).

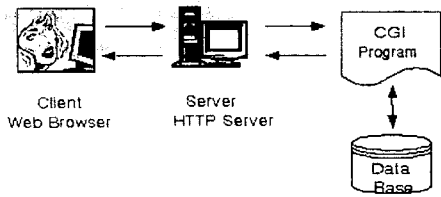


그림4. CGI를 통한 문서 실행 과정

- ① Form 제출 : 사용자의 요구를 브라우저가 서버로 보낸다.(CGI 프로그램의 실행 요구)
- ② CGI 호출 : 서버는 입력된 자료를 CGI 프로그램에게 보낸다.(서버는 CGI 프로그램을 실행시키고 결과를 기다림)
- ③ 데이터 호출 : CGI 프로그램은 입력된 자료를 처리하기 위해 필요할 경우 다른 애플리케이션으로 자료를 보낸다.(데이터베이스를 액세스)
- ④ 실행결과 1 : CGI 프로그램은 입력된 자료를 처리하고, 결과는 다시 웹서버로 보낸다.(브라우저에게 보낼 결과를 출력)
- ⑤ 실행결과 2 : 웹서버는 다시 결과를 사용자의 브라우저로 보낸다.(서버는 CGI 프로그램의 출력을 브라우저에게 전송)

### 2.3 웹 기반에 의한 조류해석 교육용 프로그램

본 연구에서 개발한 웹 문서의 내용은 HTML 태그와 자바 스크립트 등을 이용하여 작성하였고, 조류계산의 수행과 웹브라우저의 화면 출력을 위해 CGI 프로그램을 만들었다.

#### 2.3.1 화면 구성

본 논문에서 구성된 화면은 조류해석에 관한 내용을 웹을 통해 학생들로 하여금 쉽게 학습할 수 있도록 그 역할에 따라 여러 종류로 구분되어진다. 조류해석을 하기 위한 도입부분을 위한 창, 조류해석에 관한 이론적인 내용을 다루는 창, 조류계산에 사용되어지는 산법을 설명하고 있는 창, 그리고 조류계산을 수행하기 위해 데이터를 입력 및 수정하고 실행하는 창으로 구성된다. 또한 각 창에는 학습 도중 일어날 수 있는 궁금한 사항에 대해 풍부한 하이퍼링크로써 즉각적인 On-Line 참조가 용이하도록 하였다.

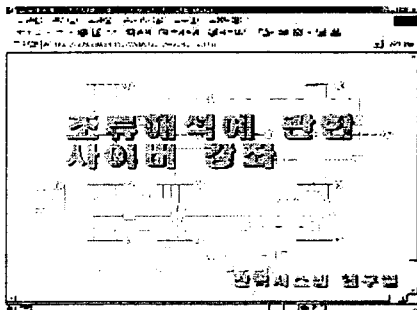


그림5. 초기화면

#### 2.3.2 하이퍼링크에 의한 학습 지원

본 논문에서는 전기용어나 학습자가 학습 도중 일어날 수 있는 궁금한 사항에 대해 Off-Line에서 직접 책을 찾지 않고도 그 의문사항을 해결할 수 있도록 HTML의 하이퍼링크를 통해 설명함으로써 웹 교육의 장점을 살려 웹을 통한 학습효과를 극대화 할 수 있도록 하였다.

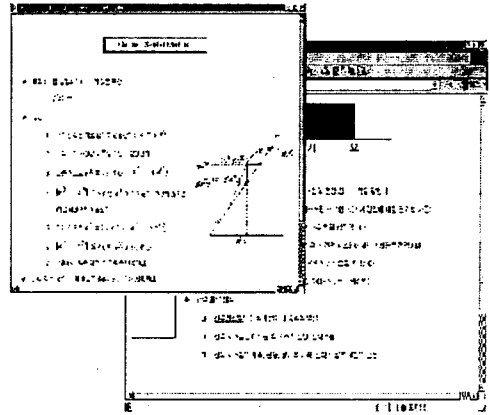


그림6. 하이퍼링크에 의한 학습지원

#### 2.3.3 입력 데이터 수정 및 조류계산 수행

본 논문에서는 IEEE 14모선 계통에 대한 사례연구를 통해 학생들로 하여금 조류계산의 수행과정을 쉽게 학습할 수 있도록 하였다. 먼저 그림7과 같이 14모선에 대한 계통도를 삽입하여 계통 구성이 어떻게 이루어졌는지 알 수 있도록 하였다.

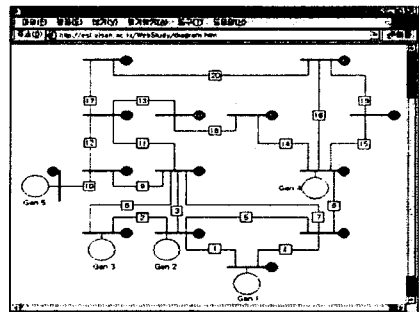


그림7. 14모선 계통도

조류계산을 하기 위해 입력 데이터를 받아들이는 창은 두 가지로 구분하였다. 첫 번째 창은 다음 그림8과 같이 제공된 입력 양식에 따라 웹에서 수정해가며 조류계산을 수행할 수 있도록 하였다.

라인번호	선종류	길이	저항	리액턴스	충격률	정전용량	정전용량	정전용량	정전용량	정전용량
1	2	1.000	0.00	282.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	1.000	0.00	40.0	0.0	40.0	0.0	2.7	12.7	0.0
3	1	1.000	0.00	0.0	0.0	0.0	40.0	98.2	19.0	0.0
4	0	1.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	49.8	-3.9	0.0
5	0	1.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	1.4	0.0
6	1	1.000	0.00	10.0	0.0	-4.0	24.0	11.2	2.5	0.0
7	0	1.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	1	1.000	0.00	0.0	0.0	-4.0	24.0	0.0	0.0	0.0
9	0	1.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	28.5	16.6	19.0
10	0	1.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	5.0	0.0
11	0	1.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	1.0	0.0
12	0	1.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	1.8	0.0
13	0	1.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	5.0	0.0
14	0	1.000	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	5.0	0.0

그림8. 모선 데이터 및 선로 데이터 입력 및 실행

본 논문에서는 모션 데이터와 선로 데이터를 웹으로 입력받아 CGI 프로그램에 의해 조류계산을 수행할 수 있도록 하였다. 이렇게 수정된 입력 데이터는 인코딩 되어 넘어가는데 CGI 프로그램에서는 그 데이터를 사용하기 위해 디코딩 과정을 거쳐야 한다. 다음 그림9는 IEEE 14모션 계통에 대한 실행결과이다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 조류해석에 관한 내용을 웹으로 구현하여 학생들로 하여금 수업 내용에 대한 참조용으로써 뿐만 아니라 시간과 공간의 제약에서 탈피하여 스스로 학습할 수 있도록 구성하였다.

향후 이러한 웹 교육이 전력계통공학의 전반에 걸쳐 이루어짐으로써 교수자에게도 수업 보충자료로써 일익을 담당할 수 있도록 하여야 할 것이다. 또한 이러한 웹 기반에 의한 교육은 낱말이 새롭게 쏟아지는 정보화 시대에 발맞춰 많은 정보와 지식을 수록하고, 사용자 중심의 교육이 이루어질 수 있도록 학생들의 의견을 적극적으로 수렴, 반영하여 지속적인 Update가 이루어져야 할 것이다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] Hadi Saadat, "Power System Analysis", The McGraw-Hill Companies, Inc., 1999.
- [2] John J. Grainger, "Power System Analysis", The McGraw-Hill Companies, Inc., 1994.
- [3] B. Stott, O. Alsac, "Fast Decoupled Load Flow" IEEE Trans. on PAS, Vol. 93 pp859-869, May/June, 1974.
- [4] W.F. Tinney, V. Brandwajn, S. M. Chan, "Sparse Vector Method", IEEE Transaction on Power Apparatus and Systmes, Vol.PAS-104, NO. 2, pp295-301, Feb.1985.
- [5] E. Z. Zhou, "Object-Oriented Programming, C++ and Power System Simulation", IEEE Transaction on Power Systems, Vol. 11, no. 1, pp206-215, Feb. 1996.
- [6] 이현우, 김현국, 홍성민, "Java Programming Bible" ver.2, 영진출판사, 2000.
- [7] 황기태, 이재문, 최창열, "자바스크립트 웹프로그래밍", 도서출판 대림, 2000.
- [8] 고일석, "웹프로그래밍", 도서출판 해지원, 2000.

버스번호	버스종류	전압크기	전압각도	실부하	허상부하	손실	전압크기	전압각도
1	1	1.00	0	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2	1	1.015	-0.276	0.00	0.00	0.00	21.7	12.7
3	1	1.01	-0.25	0.00	0.00	0.00	21.5	12.4
4	0	1.025	-0.173	0.00	0.00	0.00	47.0	-3.9
5	0	1.03	-0.146	0.00	0.00	0.00	7.6	1.5
6	1	1.045	-0.21	0.00	0.00	0.00	11.2	7.5
7	0	1.048	-0.226	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
8	1	1.058	-0.228	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
9	0	1.055	-0.253	0.00	0.00	0.00	23.5	16.6
10	0	1.03	-0.255	0.00	0.00	0.00	5.0	5.0
11	0	1.052	-0.246	0.00	0.00	0.00	3.5	1.8
12	0	1.020	-0.227	0.00	0.00	0.00	6.1	1.9
13	0	1.024	-0.219	0.00	0.00	0.00	13.5	5.9
14	0	1.012	-0.27	0.00	0.00	0.00	14.9	7.0

그림9. 제공된 입력 양식에 의한 조류계산 실행결과

두 번째 창은 다음 그림10과 같이 정해진 입력 양식에 따라 학습자가 직접 작성한 파일을 Upload를 통해 결과를 확인할 수 있도록 하였다.

그림10. File Upload에 의한 데이터 입력 및 실행

본 논문에서 File Upload를 위해 qDecoder-7.0 라이브러리를 사용하여 CGI 프로그램에 적용시켰다. 이 창은 14모션뿐만 아니라 그 외의 모션에 대해서도 학습자가 결과를 확인할 수 있도록 하였다.

버스번호	버스종류	전압크기	전압각도	실부하	허상부하	손실	전압크기	전압각도
12	0	0.9820	-0.775	0.00	0.00	0.00	11.2	7.8
13	1	1.0	-0.775	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
14	0	0.9822	-0.291	0.00	0.00	0.00	6.2	1.8
15	0	0.9821	-0.296	0.00	0.00	0.00	6.2	2.5
16	0	0.9820	-0.296	0.00	0.00	0.00	3.5	1.8
17	0	0.981	-0.292	0.00	0.00	0.00	5.0	5.0
18	0	0.9840	-0.300	0.00	0.00	0.00	3.2	0.9
19	0	0.9825	-0.311	0.00	0.00	0.00	6.6	3.4
20	0	0.9841	-0.303	0.00	0.00	0.00	2.2	0.7
21	0	0.9817	-0.3	0.00	0.00	0.00	17.5	11.2
22	0	0.9827	-0.3	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
23	0	0.9820	-0.300	0.00	0.00	0.00	3.2	1.0
24	1	1.0	-0.318	0.00	0.00	0.00	6.7	6.7
25	0	0.9801	-0.302	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
26	0	0.9800	-0.303	0.00	0.00	0.00	3.5	2.3
27	0	0.9812	-0.287	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
28	0	0.9822	-0.289	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
29	0	0.9822	-0.31	0.00	0.00	0.00	3.4	0.8
30	0	0.9825	-0.305	0.00	0.00	0.00	10.6	1.9

그림11. File Upload에 의한 조류계산 실행결과(30모션)