

# 한영자동전환시스템의 성능 평가방법

이 공 해, 최 송 락  
한국항공대학교 컴퓨터공학과

## A Method for Performance Evaluation of Automatic Korean/English Input Mode Switching Systems

Keung Hae Lee and Song Rak Choi  
Department of Computer Science and Engineering, Hangkong University

### 요 약

한영자동전환은 한글과 영문 데이터의 입력시 입력모드의 수동전환을 요구하는 기존의 한글 입력 방식이 가진 문제점을 해결하기 위한 연구로, 한영 전환키의 사용 없이도 한글과 영문 데이터를 입력할 수 있도록 하는 것을 목표로 한다. 본 논문은 한영자동전환시스템의 성능 평가 방법 및 성능 비교를 위한 객관적 척도를 제안한다. 항공대학교에서 개발된 한영자동전환시스템 AIMS를 제안된 평가 방법에 따라 6 개의 실제 문서에 대하여 측정 실험하였다. 이 실험에서, AIMS는 한영의 인식에 있어서 99% 이상의 인식율, 평균인식거리 1.24 키 이하, 평균 키처리 시간 0.004 초 이하 등의 결과를 보였다. AIMS의 이러한 성능은 전환키를 사용하지 않고도 한글과 영문 데이터를 입력할 수 있는 한영자동모드를 제공한다.

### 1. 서론

한글 문서의 작성 중에 영문데이터의 입력이 필요한 경우는 빈번하게 일어난다. 기술용어, 약어, 고유명사, 수식, 프로그램, 또는 명령어 입력 등과 같이 영문의 입력이 요구되는 상황은 매우 다양하다. 한글의 입력을 지원하는 기존의 운영체제나 한글 문서 처리기는 한글과 영문의 입력을 위하여 한글모드와 영문모드를 제공하며 한/영 키, Shift-Space 키 등과 같은 전환키나 마우스 등을 사용하여 입력모드를 전환하도록 하고 있다. 전환키 또는 마우스를 사용하여 수동으로 입력모드를 전환하는 기존의 한글 입력 방식은 많은 문제점을 갖고 있다. 한영을 혼용하는 문서의 입력을 해본 사람이면 대체로 한영 전환키의 불편함을 경험하였을 것이므로 수동전환 방식의 문제점을 간단히 살펴보기로 한다.

대표적인 문제점으로는 사용자가 전환키를 적절히 사용하지 못하여 잘못된 모드에서 데이터를 입력하는 경우를 들 수 있다. 뒤늦게 잘못되어 있는 데이터를 발견하고는 재입력을 해야 하거나 수정을 가해야 하는 불편은 한글과 영문을 혼용하는 문서의 입력시에 빈번히 겪게 된다. 또 다른 한 예로, 문서편집기에서 한글 입력 작업을 수행하다가 문서를 새로운 이름으

로 저장하는 경우를 생각해 볼 수 있다. 새로 저장될 파일 이름을 입력하는 대화상자에 입력하는 파일 이름이 의도하지 않았던 한글 음소로 입력되는 경우가 흔히 일어나며 이 경우에도 데이터를 다시 입력하는 불편이 있게 된다.

문장 'AIMS는 한영자동전환 system이다'를 입력하였을 때 입력모드를 적절히 전환하지 못하여 생길 수 있는 오류의 예를 몇개 들면 다음과 같다.

AIMSsms gksudwkehdwjsgghks systemdlek.  
AIMS는 한영자동전환 논스드이다.  
AIMS는 한영자동전환 systemdlek.  
마...는 한영자동전환 논스드이다.

이러한 유형의 오류는 자주 발생하기 때문에 최근의 워드프로세서에서는 잘못된 모드에서 입력된 데이터에 대하여 한글 또는 영문으로의 변환을 손쉽게 할 수 있도록 하는 수단들이 제공되고 있다. 예를 들면, 일사천리나 혼민정음에서는[2,3]에서는 지정된 문자열을 한글 또는 영문으로 변환하는 기능에 의해 상기의 '논스드'를 영문 단어 'system'으로 변환하거나, 또는 'gksudwkehdwjsgghks'을 한글단어 '한영자동전환'으로

변환하는 작업을 간단히 수행할 수 있다. 특별히 마련된 이러한 수단이 잘못된 데이터의 수정을 용이하게 하기는 하지만 문제를 예방하기 보다는 문제가 일어난 뒤어나 취하는 사후 처리라는 점에서 만족스러운 해결방법이라고 보기는 어렵다. 매우 조심성이 있는 사용자의 경우에도 전환키에 의한 수동전환은 특별한 주의를 요하는 불편한 작업이 아닐 수 없으며 이러한 불편의 해소는 효과적인 한글 작업환경을 위해 해결되어야 할 중요한 문제이다.

항공대학교에서 개발된 AIMS(Automatic Input Mode Switching) 시스템[1]은 한영자동전환방법에 의해 전환키에 의한 수동 모드전환의 문제점을 근본적으로 해결하기 위한 연구이다. AIMS는 실제 문서에 나타난 한글과 영문 데이터의 쓰임새에 대한 분석에 기초하여 개발되었으며, 전환키의 사용이 없이 입력되는 데이터를 한글 또는 영문으로 매우 정확하게 자동 인식할 수 있다.

본 논문은 한영자동전환 시스템의 성능 비교를 위한 방법에 관한 것으로, 한영자동전환 시스템의 성능 평가를 위한 객관적 척도를 제안한다. 논문의 나머지 부분에 대한 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 한영자동전환 시스템의 성능을 평가하기 위한 여러가지 척도를 제안하고 이유를 설명한다. 제 3 장에서는 AIMS 시스템에 대한 성능 측정 결과를 간단히 설명한다. 끝으로 제 4 장에서 결론을 맺는다.

## 2. 한영자동전환 시스템의 평가 방법

자동으로 입력모드를 전환하는 한영자동전환 시스템의 객관적 성능 평가를 위한 분야를 그림 1에 보았다.

- ◆ 인식율
  - ◆ 인식거리
  - ◆ 인식시간
  - ◆ 인식범위

그림 1- 성능평가 부문

한영자동전환 시스템의 성능평가는, 중요도가 높은 것부터 낮은 것의 순으로 나열할 때, 인식의 정확도, 인식거리, 키의 처리속도, 인식범위 등의 부문으로 나누어 평가할 수 있다. 다음에는 이러한 평가 척도에 대하여 더 상세히 설명하기로 한다.

### 2.1 인식율

입력모드를 자동으로 전환한다는 것은 입력모드의 수동전환이 없어도 입력되는 데이터를 사용자의 의도에

따라 한글 또는 영문으로 바르게 인식할 수 있음을 의미한다. 인식율은 이러한 인식의 정확도를 나타내는 척도로서 다음과 같이 정의된다.

$$\text{인식율(\%)} = \frac{\text{바르게 인식된 데이터의 크기}}{\text{입력된 전체 데이터의 크기}} \times 100$$

이상적인 한영자동시스템의 인식율은 100%이며 이는 수동전환을 실수없이 시행하였을 경우 얻을 수 있는 값이다. 인식율은 더 세분하여 어절인식율과 키인식율의 두가지로 나누어 평가할 수 있다. 어절인식율은 어절의 갯수를 데이터의 크기로 보는 방법이며, 키인식율은 입력된 키의 갯수를 데이터의 크기로 보는 방법이다. 어절인식율과 키인식율은 각각 다음과 같이 정의된다.

$$\text{어절인식율(\%)} = \frac{\text{정확히 인식된 어절의 수}}{\text{총 입력된 어절의 수}} \times 100$$

$$\text{키인식율(\%)} = \frac{\text{정확히 인식된 키의 수}}{\text{총 입력된 키의 수}} \times 100$$

여기서 어절은 한글 또는 영문 데이터만을 고려하며 한 어절에 한글, 영문 글자가 아닌 다른 글자가 포함되어 있으면 스페이스로 간주한다. 이는 숫자나 특수문자 등과 같이 한영의 인식율 계산에 무관한 어절이 여러개 있을 경우 어절인식율의 의미가 희석되는 문제점을 방지하기 위함이다. 같은 이유로, 키인식율의 경우에도 한글과 영문 글자만을 계산에 포함한다.

어절인식율의 계산에서는 인식된 어절의 내용이 입력된 어절의 내용과 단 한 글자라도 같지 않으면 한 어절 전체를 오류로 간주한다. 이것은 어절에 하나라도 잘못된 글자가 있으면 입력 오류로 간주하게 되어, 사용자의 입장에서 본 정확도의 평가라고 할 수 있다. 이와 비교하여 키인식율은 입력된 어절과 인식된 어절의 내용중에서 잘못된 글자만을 오류로 간주하므로, 일반적으로 어절인식율과 비교하여 더 높은 값을 얻게 될 것이다. 키 인식율은 키 단위의 전환을 수행하는 수동전환과의 비교에 더 적합한 평가척도이다.

다음과 같이 8개의 어절을 가진 입력문장 '한 class 에서 생성되는 object 를 그 class 의 instance 라고 한다.'를 어떤 자동전환시스템이 다음과 같이 인식했다고 하자.

한 classdptj todtjdehlms objectmfm 그 class 의 f-r-  
s무초c라고 한다.

인식된 문장은 원래의 입력문과 비교하여 볼 때 4 개

의 어절만이 정확히 인식되었으므로 이 문장에 대한 어절인식율은  $4/8=50\%$ 이다. 키인식율은 총 입력키 60개 중에서 33개의 키가 바르게 인식되었으므로  $33/60=55\%$ 가 된다.

인식율이 한영자동전환 시스템에 있어서 성능 평가의 가장 중요한 척도가 되는 이유는 자명하다. 인식율이 100%에 근접하게 되어야 비로소 사용자들은 자동모드 전환 기능을 신뢰할 수 있게 되어 전환키의 부담에서 벗어날 수 있게 될 것이다. 90%의 인식율을 가진 시스템을 예로 하여 인식율의 중요성을 살펴보기로 하자.

90%의 인식율을 가진 한영자동전환 시스템이라면 평균적으로 10개의 어절이 입력될 때 마다 한 개의 어절에 입력오류가 발생한다는 의미가 되고 이는 평균적으로 입력되는 문서의 각 줄마다 한 어절의 내용이 한글 또는 영문으로 잘못되어 있음을 말한다. 이 시스템의 사용자는 잘못 인식 되는 단어를 발견하기 위해, 입력되는 단어마다 오류 여부를 확인해야 할 것이며 발견되는 오류를 정정해야 한다. 이러한 오류발견을 위한 긴장과 정정을 위한 부담이 한영자동전환의 본래 취지에 어긋나는 것은 말할 것도 없고, 이 한영자동전환 시스템의 경우는 심지어 수동으로 모드를 전환하는 방법보다도 오히려 못하다고 할 수 있을 것이다.

## 2.2 인식거리

인식거리는 구문 분석(parsing)에 사용되는 lookahead 심볼 갯수와 유사한 개념으로 입력 어절의 한영을 정확히 인식하기 위하여 필요로 하는 입력키의 최소 갯수를 의미한다. 예를 들어 '프로그램'이라는 단어의 입력을 생각해 보자. 어떤 한영자동전환 시스템에서 이 단어가 입력될 때 첫번째 키, 즉, 'ㅍ'부터 차례로 키를 입력받아 다음과 같은 순서로 단어를 인식하였다고 하자. (편의상 매번 키가 입력되었을 때 화면에 표시되는 단어들을 심표로 분리하여 차례로 쓰기로 한다. 괄호 안의 문자는 마지막으로 입력된 문자를 나타낸다.)

ㅍ(ㅍ), 프(—), 플(ㄹ), 프로(ㄴ), 프록(ㄱ), 프로그(—), 프로그(ㄹ), 프로그래(ㄹ), 프로그래(ㅁ), 프로그램(space)

이 경우에는 단어의 첫번째 키의 입력시에 단어의 한영을 정확히 판정하였으므로 인식거리는 1이다. 다른 한영자동시스템에서 이 단어가 다음과 같은 순서로 인식되었다고 하자.

v(ㅍ), vm(—), vmf(ㄹ), vmfh(ㄴ), vmfhr(ㄱ), vmfhrm(—),

vmfhrmf(ㄹ), vmfhrmfo(ㄹ), vmfhrmfoa(ㅁ), 프로그램(space)

이 경우에는 '프로그램'이라는 단어에 포함된 9개의 키와 단어 뒤에 오는 space(공백문자)를 본 후에 프로그램이라는 한글 단어로 정확히 인식하였으므로 인식거리는 10이 된다. 또 다른 예로 다음과 같은 순서로 인식된 단어 information의 인식거리는 12가 된다.

ㅍ(프)래금사(ㄹ), information(space)

인식거리는 모드의 자동전환이 수동전환과 비교하여 얼마나 사용하기에 자연스럽게 보일 지를 나타낸다. 인식거리가 1이었다면 첫번째 키가 입력되었을 때부터 단어가 한글 또는 영문으로 바르게 인식되고 단어의 끝까지 화면에 사용자가 기대한 형태로 표시되어 있을 것이다. 따라서, 인식거리가 1인 단어의 입력과정은 수동전환과 동일한 정도로 자연스러운 것이 된다. 그러나 만일 위의 예제에서 본 것처럼 인식거리가 10이었다면 첫번째 글자부터 9번째까지의 글자가 입력되는 동안 사용자는 화면에서 한글과 영문이 뒤바뀌어 있어서 이해할 수 없는 단어를 대하게 되고, 사용자는 입력단어에 대하여 최종판정을 내려 변환을 수행하게 되는 10번째 키가 입력될 때까지는 데이터를 바르게 입력하고 있는지 확인할 수 없게 된다.

위의 예에서 보는 것처럼 '프로그램'을 입력했을 때 입력에 대한 응답으로 'vmfhrmfoa'이 화면에 나타나거나, 또는 'information'을 입력했을 때 'ㅍ(프)래금사(ㄹ)'가 화면에 나타난다면 사용자는 자신이 입력하고 있는 데이터를 바르게 타이핑하였는지 알 수 없으므로 불안감을 갖게 될 것이다. 이 경우 사용자는 1회의 전환키 입력을 절약한 대신에 현재 입력상태에 대한 의문과 불안이라는 비싼 비용을 지불한 셈이 된다. 인식율이 높지 않은 시스템이라면 단어의 입력이 완료될 때 과연 정확히 한영의 변환이 수행될 지 신뢰할 수 없게 되어 이러한 불안은 더욱 가중될 것이다.

한 어절의 인식거리는 그 어절이 입력되는 동안 어절의 한영이 잘못 판정되어 있는 횟수 + 1로 정의된다. 즉 인식거리만큼의 키가 입력되기 전에는 어절에 대한 한영을 정확히 판단하지 못했다는 말이 된다. 어절에 대한 최종 판정 결과가 옳지 않다면 해당 어절의 인식거리는 어절의 길이 + 1이 된다. 이미 설명한 것처럼 수동전환 시스템은 한영자동전환 시스템의 성능 평가를 위한 기준으로 삼을 수 있는 이상적인 시스템이다. 수동전환 방식에서는 어절의 첫번째 키부터 한글 또는 영문 여부를 항상 정확히 판정할 수 있

으므로 평균인식거리는 1이 되며 이는 이상적인 한영자동전환 시스템이 목표하는 값이 된다.

인식거리는 평균인식거리와 평균전환거리의 두가지 척도로 평가할 수 있다. 평균인식거리는 입력된 모든 어절에 대한 인식거리를 평균한 값이다. 평균인식거리는 다음과 같이 정의된다.

$$\text{평균인식거리(키)} = \sum \text{어절의 인식거리} / \text{어절 수}$$

한글 단어가 반복되어 나타나다가 영문 단어가 반복되어 나타나는 형태의 단어 분포를 가진 문서에서는 한글 또는 영문으로 변환되는 단어의 수가 상대적으로 적기 때문에 이런 경우에는 평균인식거리만으로는 성능을 비교하기 어려운 점이 있다. 평균전환거리는 이러한 단점을 보완할 수 있는 척도로서 평균인식거리의 계산에 실제로 한영의 전환이 일어났던 어절과 한영의 인식오류가 있었던 어절만을 고려하여 얻는다. 즉, 평균전환거리는 다음과 같이 정의된다.

$$\text{평균전환거리(키)} = \sum \text{변환어절의 인식거리} / \text{변환어절 수}$$

어떤 한영자동전환 시스템에서 다음의 문장을 입력하였을 때 마지막 어절을 제외한 모든 어절에 대하여 정확히 한영을 판정하였다고 가정하고 평균인식거리와 평균전환거리를 계산해보자. 어절 뒤에 있는 숫자는 측정된 해당어절의 인식거리이다. 밑줄친 단어는 한영변환이 있었던 단어이다.

Strong[7] typing을[4] 지원하는[1] 언어는[1] object의[10] type에[7] 관한[1] 정보를[1] 이용하여[1] source[7] program의[4] error를[9] compile[8]-time에[3] 무미쁘크드한다[13].

평균인식거리는  $(7+4+1+1+10+7+1+1+1+7+4+9+8+3+13) / 15 = 77/15 = 5.13$ (키) 이다. 이 값의 의미는 각 단어의 입력시 한영에 대한 판정이 완전히 이루어진 것은 평균적으로 최소한 5.13 키가 입력될 때임을 나타낸다. 평균전환거리의 계산에는 밑줄친 단어만 포함되므로 위 예문에 대한 평균전환거리는  $(7+4+10+7+7+4+9+8+3+13) / 10 = 67/10 = 6.7$ (키)가 된다. 즉 한영 모드의 전환이 일어난 경우 평균적으로 최소한 6.7 키를 보고 나서야 한영을 판정할 수 있었다는 의미가 된다.

### 2.3 키처리시간

한영자동전환 시스템이 키의 입력을 처리할 수 있기 위해서는 키보드로부터 빠른 속도로 전달되는 키의

흐름을 처리할 수 있어야 한다. 빠른 타이핑을 할 수 있는 전문 타이피스트의 경우 1분에 400-600 키를 입력할 수 있는 것을 고려할 때 1초에 약 10 개 이상의 입력키를 처리할 수 있어야 입력키에 대한 실시간 처리가 가능할 것이다. 따라서 입력모드의 자동전환을 효과적으로 지원하기 위해서는 CPU에 따라 차이가 있겠지만 평균키처리 시간이 0.1 초보다 빠를 것이 요구된다. 평균키처리시간은 문서에 있는 모든 한영 어절에 있는 각 한영키와 스페이스와 같이 어절의 뒤에 입력되는 키의 처리시간을 합한 값을 그 합에 포함된 키의 갯수로 나눈 값으로 정의된다. 즉 평균키처리시간은 다음과 같이 정의된다.

$$\text{평균키처리시간} = (\sum \text{키 처리시간} + \sum \text{어절 분리키 처리시간}) / \text{키의 수}$$

### 2.4 인식범위

인식범위 척도는 한영자동전환 시스템에 의해 정확히 한영으로 변환될 수 있는 단어의 범위를 의미한다. 내장된 사전에 존재하는 단어뿐만 아니라 간단한 철자법상의 오류를 가진 단어나 신조어, 약어 등에 대해서도 단어의 한영을 바르게 인식하는 시스템을 생각할 수 있다. 입력되는 데이터에는 맞춤법에 어긋나는 단어가 있을 수도 있고 또 키를 잘못 입력하여 일어나는 오류를 가진 단어도 있을 수 있으므로, 이상적인 한영자동전환 시스템은 오류가 있는 데이터에 대해서도 가능하면 사용자의 의도에 가깝게 한글과 영문의 판단을 하는 열린 인식을 할 수 있어야 할 것이다.

열린인식의 다른 계층으로는 사전에 없는 신조어의 인식을 들 수 있다. 한글사전 또는 영어사전에 존재하지 않는 새로운 단어의 입력에 대하여 항상 한영을 바르게 인식한다는 것에는 이론적인 한계가 있겠으나 신조어 대해서도 높은 정확도를 가지고 한영을 판단할 수 있어야 자동전환의 효과를 높일 수 있을 것이다. 흔히 등장하는 신조어의 유형으로 복합단어를 들 수 있다. 한글의 경우에는 한자의 붙여 쓰기에서 유래된 복합어들을 생각할 수 있다. '연구개발투자', '지적소유권보호' 등은 한글 복합어의 예이다. 영문의 경우에는 프로그램에서 사용되는 변수 이름, 명령어, 상표이름 등을 들 수 있다. 예를 들면, 'inputBuffer', 'fprintf', 'OfficeVision' 등은 신조어들로 비록 사전에는 존재하지 않지만 입력 가능성이 있는 단어들이다. 이와 같이 사전에 없는 새로운 단어에 대해서도 한글과 영문 여부를 바르게 판단할 수 있다면 한영자동의 효과는 한층 더 높아지게 될 것이다.

인식범위의 측정은 앞에서 본 다른 평가척도의 측정

과 비교하여 어려운 점이 있다. 인식이 어려운 단어와 사전에 없는 단어들을 바람직한 분포로 가진 실제 문서들을 찾아내기가 쉽지 않을 뿐만 아니라 미래에나 등장하게 될 신조어들을 현재의 시점에서 알아낸다는 것이 어렵기 때문이다. 그러므로 사전에 없는 신조어, 오류가 있는 단어, 인식이 까다로운 어절들을 사용하여 작성한 문서들을 테스트 케이스로 하여 벤치마크 테스트를 수행하고 여기에서 측정된 인식율을 인식범위의 척도로 사용할 것을 제안한다. 인식범위는 다음과 같이 정의된다.

$$\text{인식범위 (\%)} = (1 - \text{오판어절의 종류/입력어절의 종류}) \times 100$$

여기서 입력어절의 종류라는 것은 입력 내용에 서로 다른 어절이 몇 개 있는지를 말하며, 동일한 어절이 여러번 반복 입력되어도 한 개로 센다. 오판어절의 종류는 입력결과에서 한영 오류를 가진 어절의 종류를 의미하며, 동일한 입력어절에 대해 여러가지의 다른 형태로 오판하는 경우에는 각 결과 어절을 구분하여 계산한다. 동일한 어절이 불규칙하게 여러 형태로 오판되는 경우, 인식범위는 음수가 될 수도 있다.

### 3. AIMS 시스템의 성능 평가

그림 2는 AIMS의 성능을 상기 평가 방법에 따라 측정된 결과이다. 본 실험에서는 어절인식율, 키인식율, 평균인식거리, 평균키처리시간 등의 값을 측정하였으며, 전환거리, 인식범위등은 추후 측정할 계획으로 있다.

문서명	총단어 수	영문	오류 단어 수	어절인식율 (%)	키인식율 (%)	평균인식거리 (키)	평균키처리시간(초)
문서 1	4,910	794	2	99.959	99.990	1.178	0.0034
문서 2	1,329	320	0	100	100	1.202	0.0033
문서 3	16,679	16,676	3	99.982	99.991	1.030	0.0019
문서 4	43,569	576	65	99.851	99.912	1.004	0.0038
문서 5	6,966	4,762	33	99.526	99.765	1.127	0.0027
문서 6	3,217	2,753	3	99.907	99.922	1.238	0.0020

그림 2 - AIMS의 성능 측정 결과

문서 1에서 문서 6까지의 실제 문서에 대한 입력 실험결과, 문서 5를 제외한 5개의 문서에서 99.85% 이상의 인식율을 얻었다. 인식율이 가장 낮게 나타난 문서 5의 경우에도 인식율은 99.53%로 측정되었다. 문서 4와 문서 5의 오류단어를 분석한 결과 문서 4에서는 65개중 47개가, 문서 5에서는 33개중 7개가 원 문서에서의 부적절한 때어쓰기에 기인하였다. 인

식거리는 1.24 키 이내였으며, 평균키처리시간<sup>1</sup>은 모두 0.004 초 이내로 나타났으며 이는 한영인식만을 고려하면 초당 250 키 이상의 입력을 처리할 수 있는 속도이다.

### 4. 결론

본 논문에서는 한영자동전환 시스템의 객관적 성능평가를 위하여 어절인식율, 키인식율, 인식거리, 평균키처리시간, 인식범위 등의 척도를 제안하였다. 항공대학교에서 개발된 한영자동시스템 AIMS는 총 8만여 개 어절을 가진 6개의 실제 문서의 입력실험에서 99.5%이상의 어절인식율과 1.24 키 이내의 평균인식거리, 0.004 초 이내의 평균키처리시간을 보였다. 측정값은 실험에 사용된 문서의 단어 분포 특성에 따라 차이가 있을 수 있으나, 여러 실제 문서에 대한 입력 실험에서 관찰된 상기의 결과는 본 AIMS 시스템이 한영자동모드로서의 충분한 성능을 가지고 있다는 판단을 가능하게 한다.

### 참고 문헌

- [1] 이궁해, “한영자동전환방법에 관한 연구”, 미발표 논문 (특허출원중).
- [2] 혼민정음 V4.0 사용자 매뉴얼, 삼성전자 주식회사, 1995.
- [3] 일사처리 V3.1 사용자 매뉴얼, 포스테이타 주식회사, 1995.

<sup>1</sup> 처리시간의 측정에 사용된 시스템은 IBM PC Model 486 DX2 50Mhz 임.