

키스트로크 로깅 프로그램의 개발 및 활용

- 인풋로그(Inputlog) 한국어 버전을 중심으로 -

김혜연(동국대학교-서울 부교수)*

도양훈(서울대학교 문학사)**

민병곤(서울대학교 교수/국어교육연구소 겸무연구원)***

차 례

- I. 서론
- II. 인풋로그 한국어 버전의 개발 필요성
- III. 인풋로그 한국어 버전의 개발 과정
- IV. 인풋로그 활용 및 분석 방법
- V. 결론

I. 서론

글쓰기는 학습의 도구이자 소통의 수단이라는 점에서, 교육, 사회, 문화 전반에 걸쳐 중요한 기능으로 인식되어 왔다. 특히 디지털 글쓰기의 시대로 들어서면서 글쓰기의 중요성과 의미에 대한 논의는 새로운 국면을 맞이하게 되었으며 그 중요성이 더욱 강조되고 있다. 디지털 글쓰기의 과정을 연구하기 위해서는 적합한 기술적, 방법론적 고려가 필요하기에, 1990년대

* 제1저자

** 공동저자

*** 교신저자

이래로 그와 관련하여 많은 연구들이 수행되었다. 특히, 작문 연구에서 작문 과정에 대한 ‘관찰(observation)’은 작문의 본질적 속성을 알려주는 동시에 교육적 적용을 위한 근거 및 기반을 제공한다는 점에서, 연구 자료 수집의 주요 통로가 된다. 또한 작문 과정의 관찰은 비단 작문 연구뿐만 아니라 사회적 상호작용을 대상으로 하는 수많은 사회과학 연구 영역에서 중요한 근거이자 데이터가 될 수 있다.

그러한 점에서 디지털 글쓰기 과정에서 키스트로크 로깅(keystroke logging) 데이터를 수집하여 분석하는 것은 작문 과정 관찰의 주요 방법론 중 하나로 인정받아왔다. 키스트로크 로깅 프로그램들은 컴퓨터를 활용한 디지털 글쓰기에서 텍스트 생성 과정을 재구성하고 설명하기 위하여 자판 입력 활동을 타임스탬프(time stamp) 기반으로 기록한다(Leijten & Van Waes, 2013). 키스트로크 로깅 프로그램이 작문 연구에 처음으로 도입되었던 1990년대 이래로, 해외의 작문 연구자 및 작문 과정을 데이터로 삼는 수많은 연구자들이 이를 주요 연구 도구로 삼아 연구를 수행해왔다(Sullivan & Lindgren, 2017). 키스트로크 로깅 자료는 작문 과정에 대한 방해 없이 과정 자료를 수집할 수 있다는 점에서 유리하며, 자동화되고 무의식적으로 나타나는 과정 중 행위들까지 포착함으로써 작문 연구의 새로운 지평을 열어주었다. 특히 키스트로크 로깅으로 수집된 자료는 작문 과정에 대한 방대한 데이터 집적이 가능하기 때문에 작문 분야의 인공지능/데이터마이닝 연구의 주요한 빅데이터로 기능할 수 있다.

이렇듯 키스트로크 로깅 자료는 인간이 컴퓨터를 활용하여 글을 쓰는 과정상의 디지털화된 정보들을 집적해 주기 때문에 이미 해외에서는 교육, 커뮤니케이션, 의학 등의 영역에서 널리 활용되어 온 연구 및 관찰 도구가지만, 아직까지 한국어 작문 연구 분야에서는 이를 활용한 본격적인 연구 사례를 찾기 어려웠다. 한국어 전용 키스트로크 로깅 프로그램들도 개발된 바가 있으나(김기범·김승주, 2020; 백승주, 2021), 해당 프로그램들에서는 키스트로크 로깅의 원데이터만 수집하기 때문에 휴지(pause)나 수정(revision) 등 쓰기 과정에 대한 분석 기능을 제공하지 않아 그대로 연구에

활용하거나 유의미한 변수를 추출하기가 쉽지 않다.

키스트로크 로깅 프로그램의 활용도를 높이기 위해서는 분석 기능 제공이 가능한 기존 프로그램에 한국어 모듈을 추가하는 방법을 활용할 필요가 있다. 현존하는 여러 키스트로크 로깅 프로그램들 중에서 벨기에 안트워프 대학교 Van Waes 연구팀에서 개발한 인풋로그(Inputlog)는 작문 과정의 정보 수집 및 자동화된 분석 내역을 제공하는 대표적인 키스트로크 로깅 프로그램으로 가장 많은 국가와 연구자들에 의해 활용되고 있다. 키스트로크 로깅 데이터는 자판 입력에 대한 원자료에 해당하며 그 자체만으로 우리가 휴지나 수정 등 작문 과정의 기본 정보를 얻을 수 있는 것은 아니다. 그러나 인풋로그는 휴지, 수정, 선행 분석 등 작문 과정에 대한 분석까지 자동적으로 완료하여 제공함으로써 교사는 물론 학생 스스로도 자신의 작문 과정 특질을 직접 관찰하고 점검할 수 있다는 장점이 있다. 또한 기존 키스트로크 로깅 도구들에 비해 수집되는 로깅 정보가 많고 분석의 종류와 다양성 면에서도 가장 우수하다. 다만 인풋로그는 알파벳, 그리스 및 사미 문자 등 대부분의 유럽어에 대한 키스트로크 로깅이 가능하고 2017년에는 중국어 버전도 개발되었지만, 한국어의 독자적인 입력 시스템을 반영하지 못하여 별도의 개발 과정이 필요하다.

이에 따라, 본 연구는 세계적으로 가장 널리 활용되는 키스트로크 로깅 프로그램인 인풋로그의 한국어 버전을 개발하는 벨기에(안트워프 대학교)와 한국(서울대학교 국어교육연구소)의 공동 연구 프로젝트의 일환으로서, 개발 과정상의 쟁점 및 사용 방법을 소개하여 국내 작문 연구를 위한 중요한 도구의 확보 및 배포에 기여하는 것을 목적으로 한다. 특히 한국어 디지털 입출력상의 난점 및 쟁점을 자세히 분석함으로써 인풋로그 프로그램에서 왜 별도의 한국어 버전 개발이 필요한지, 그리고 그 과정에서 어떠한 해결책을 제시하였는지를 소개하는 데 중점을 두고자 하였다. 디지털 작문 과정의 관찰은 국내 작문 및 작문교육 연구의 중요한 자료 수집의 원천일 뿐만 아니라, 글쓰기를 매체로 삼는 수많은 사회과학 현상의 탐구를 위한 기반이 된다는 점에서, 이 연구는 국어교육의 외연 확장을 위한 좋은 기회

가 될 수도 있다.

II. 인풋로그 한국어 버전의 개발 필요성

1. 키스트로크 로깅 프로그램 활용 연구 현황

1.1 키스트로크 로깅 프로그램과 작문 연구

쓰기 과정에 대한 탐구는 작문 연구의 중추이자 효과적인 작문 지도를 위한 기초라는 점에서 수많은 작문 연구자들이 그 본질을 파악하기 위해 애써 왔다. 그러나 한 편의 글을 쓴다는 것은 고도의 복합적인 인지 과정을 포함하므로 그 과정을 유의미하게 관찰하는 일이 매우 어렵다. 이에 여러 학자들은 사고구술 등 쓰기 과정을 직접 관찰할 수 있는 도구는 물론, 키스트로크 로깅이나 시선추적 시스템처럼 간접적으로 확인할 수 있는 도구들도 활용하여 작문 과정 중의 활동에 대한 정보를 다각도로 수집해 왔다. 1980-90년대의 대표적인 쓰기 과정 연구들은 주로 사고구술 프로토콜 분석을 활용하여 생각의 흐름을 직접 확인하였으나, 이는 실제 쓰기 과정을 반영하는지 여부가 불확실하고 글쓰기의 과정 자체를 방해할 수 있다는 점에서 문제가 제기되기도 하였다(Smagorinsky, 1989). 특히 쓰기 과정의 상당 부분이 자동화되어 있다는 점에서(McCutchen et al., 1994), 사고구술로 쓰기 과정의 본질적인 속성이 확인되기는 어렵다는 난점도 존재한다.

그러나 디지털 글쓰기의 본격적인 도입 이래, 쓰기 과정 연구 방법론에도 많은 변화가 찾아왔다. 그중에서도 키스트로크 로깅 도구는 그때까지 주로 사용되어 온 사고구술 프로토콜의 난점을 보완하는 동시에, 관찰 도구의 한계로 그간 등한시될 수밖에 없었던 '사고를 글로 옮기는 과정'(traslation)에 대한 방대한 빅데이터 수집을 가능케 한다는 점에서 더욱 혁신적이며 다양한 방식의 작문 과정 연구를 가능하게 했다(Van Waes et

al., 2012). 키스트로크 로깅 프로그램은 디지털 글쓰기 상황에서 자판 입력 과정을 관찰하도록 설계되었는데, 일부 프로그램은 마우스 움직임도 함께 분석할 뿐만 아니라 여러 작문 연구 성과들을 기반으로 휴지(pause), 수정(revision) 등의 행위를 2차적으로 산출해 주기도 하였다(Leijten & Van Waes, 2013).

이러한 이유로 키스트로크 로깅은 2000년대 이후 국제적으로 가장 널리 활용되고 있는 쓰기 과정 관찰 도구가 되었다. 또한 키스트로크 로깅 프로그램과 다른 유형의 도구와의 연동을 통해 얻은 정보들을 활용하여 쓰기 과정의 인지적·심리적 과정에 대한 더욱 입체적인 추론이 가능해지기도 하였다. 기존에 자주 활용되었던 사고구술 프로토콜은 그 자체만으로는 자료 수집 및 분석의 측면에서 신뢰성이 다소 떨어지는 도구라는 비판을 받아왔으나, 키스트로크 로깅 프로그램과 연동하여 프로토콜들을 분석할 경우 각각의 행위에 대한 심리적 근거들을 찾아낼 수 있다는 점에서 강력하면서도 신뢰성 있는 분석이 가능해졌다. 또한 키스트로크 로깅 도구는 주로 작성 중 행위들(휴지, 수정 등) 위주로만 데이터가 수집되지만, 사고구술은 실제 필자의 머릿속 생각들을 확인시켜준다는 점에서 두 도구의 결합 사용은 서로의 모자란 점을 보완하면서 쓰기 과정을 입체적으로 조사할 수 있게 해준다. 대표적으로, Tillema et al.(2011)의 연구는 사고구술 프로토콜 분석이 어떻게 키스트로크 로깅 도구의 결과와 결합될 수 있는지를 잘 보여주었다. 이들은 기존 연구들처럼 사고구술에 의한 데이터를 14개 인지 유형으로 코딩하여 글쓰기의 각 국면별로 인지 행위가 어떻게 변화하는지 확인하는 동시에, 이를 인풋로그로 수집된 키스트로크 정보와 통합시켜 각 행위 간 영향 관계를 파악하였다.

키스트로크 로깅 도구의 휴지 및 수정 분석이 점차 개선되고 정교해지면서, 최근 들어 키스트로크 로깅 자료만으로 쓰기 과정의 특질을 다양하게 규명하는 연구들도 많아졌다. Van Steendam et al.(2022)은 키스트로크 로깅 도구를 통해 확보한 자동화된 분석 결과를 재처리하여 유의미한 변수들을 확보하였으며, 이를 통해 학생들의 쓰기 과정 양을 특징별로 유형화

할 수 있었다. 한 발 더 나아가, 키스트로크 로깅 도구에 의한 분석 결과를 학생들의 쓰기 과정에 대한 피드백 자료로 직접 활용하는 방안이 제안되기도 하였다. 물론 작문 과정 자체에 대한 연구도 작문교육적 적용을 위한 기초 연구의 역할을 한다는 점에서 의미가 크지만, 특히 키스트로크 로깅은 작문 과정 관찰을 기반으로 가장 손쉽고 빠르게 분석 결과를 알려 주는 도구라는 점에서 작문 지도의 방법론으로도 주목할 만하다. 대표적으로, Vandermeulen et al.(2023)은 인풋로그를 통해 수집 및 분석된 쓰기 과정에 대한 정보들을 학생들에게 보고서 형식으로 제공한 후 비슷한 점수대, 그리고 더 높은 점수대 학생들의 예시 보고서와 비교하고 자신의 쓰기 과정을 성찰해 보는 활동을 진행하였다. 이러한 쓰기 과정에 대한 피드백은 쓰기 과정에 대한 자기-조절을 통해 학생 스스로 쓰기 결과물 및 과정 중 행위를 개선하는 데 도움을 주었다.

한편, 시선 추적 시스템 역시 키스트로크 로깅 프로그램과 연동되어야만 하는 이유가 충분하다. 시선 추적 시스템에 의거하여 수집된 정보 자체는 정확한 디지털 정보로서 신뢰성을 갖추고 있으나, 이것만으로는 ‘글쓰기 도중 이루어지는 읽기’ 차원에 국한된 정보만 얻을 수 있을 뿐이다(Beers et al., 2010). 글쓰기는 기본적으로 어떤 정보를 생산하는 데 궁극적 목적이 있기 때문에, 쓰기 과정에서는 내용 생성 관련 정보가 가장 근원을 이루며 쓰기 도중 이루어지는 읽기는 부차적 요소에 해당한다. 그런 이유로, 시선 추적 정보만을 가지고 본격적인 작문 연구가 이루어진 사례는 ‘쓰기 중 읽기’만을 대상으로 삼았던 Beers et al.(2010)을 제외하고는 찾을 수 없었다. 그러나 키스트로크 정보는 시선추적 시스템에 의해 수집된 시선 고정(fixation)의 의미와 원인을 추론하는 데 중요한 단서를 제공한다. 또한 시선 추적 정보는 키스트로크 로깅과 마찬가지로 의식적 혹은 무의식적 행위 정보들을 모두 포함한다는 점에서, 두 도구의 유사성과 상호보완적 성격을 짐작할 수 있다. 그러한 이유로 여러 연구자들이 시선 추적 시스템을 키스트로크 로깅 도구와 연동하여 활용해야 함을 강조해왔으며(Leijten & van Waes, 2013; Wengelin et al., 2009), 실제로 이를 통해 쓰기 과정에 대한

더욱 깊이 있는 이해를 가능케 하였다(Alves et al., 2008; Conijn et al., 2024).

1.2 작문 이외 영역에서의 활용

국내에서는 작문 분야의 연구는 물론 작문 이외 영역에서도 키스트로크 로깅 프로그램을 활용한 연구가 수행된 바가 거의 없다. 그러나 해외에서는 앞서 소개한 작문 분야뿐만 아니라, 언어학, 번역학, 간호학, 의학, 커뮤니케이션 등 다양한 분야에서 이미 키스트로크 로깅 정보들을 활용하고 있다.

먼저, 키스트로크 로깅 프로그램은 언어학 및 번역학 관련 연구를 위한 길을 더욱 본격적으로 열어 주었다. 키스트로크 로깅 프로그램은 철자 수준에서부터 단어 수준에 이르는 과정 데이터(process data)를 모두 포괄할 수 있다. 먼저, García와 Ibáñez(2016)는 키스트로크 로깅 프로그램으로 행위 동사의 자판 입력 기록을 수집하여 손동작의 운동(motor) 네트워크가 어떻게 활성화되는지를 확인하였다. 그간 언어학 분야에서 수용적 언어 과정에 대한 설명이 잘 확립되어 있는 데 비해, 운동 계획에서 실행까지의 전개가 거의 밝혀진 바가 없다는 점에서, 이들이 제안한 ‘단어 입력의 동작 의미론’은 그 의의가 더욱 크다. 또한 Pérez-Paredes et al.(2011)은 학습자가 코퍼스 자원을 활용할 때의 로그 기록을 수집하여 코퍼스 자원 사용과 관련된 별도의 지도 여부가 효과적인지를 검증하였다. 한편, 번역학 분야의 연구도 키스트로크 로깅 도입에 적극적인 반응을 보였는데, 대표적으로 Ehrensberger-Dow와 Perrin(2009)은 민족지학적 관찰과 면담의 질적 자료와 함께 키스트로크 로깅 자료를 수집하여 분석하는 혼합방법론 접근으로 초보 번역자와 전문 번역자 사이의 차이를 규명하였다.

키스트로크 로깅 정보의 분석은 언어학과 번역학 등 인문학 기반 연구 영역뿐만 아니라 작문 이외의 교육학 영역 및 저널리즘과 커뮤니케이션 영역, 그리고 간호학과 의학 등의 영역에서도 광범위하게 이루어졌다.

Galbraith et al.(2012)은 난독증이 쓰기 과정에 미치는 영향을 확인하기 위하여, 그리고 Franklin과 Hermesen(2014)은 물리 교육을 위한 유용한 기본 정보를 파악하기 위하여 학습자의 쓰기 과정 키스트로크 로깅 자료를 분석하였다. 또한, Macgilchrist와 Van Hout(2011)는 민족지학적 담화 분석의 방법론을 사회과학 연구에 도입해야 할 필요성을 강조하면서 키스트로크 로깅 정보 역시 그러한 담화 분석에 참고할 수 있는 주요 자료로서 기능할 수 있다는 가능성을 제시하였다. Perrin(2011)은 저널리스트의 뉴스 작성 과정을 다차원적으로 분석하기 위한 연구 프로젝트에서 민족지학적 면담 및 녹화 관찰과 함께 글쓰기 과정의 키스트로크 로깅 자료를 삼각검증의 일환으로 수집한 바 있다. 이렇듯, 키스트로크 로깅 프로그램은 비단 작문 및 작문교육 연구뿐만 아니라 다양한 연구 분야에서 중요한 정보를 제공하는 도구 역할을 해왔으며 앞으로도 더욱 다양한 분야에서 활용될 소지가 풍부하다.

1.3 한국어 키스트로크 로깅 연구 현황

앞서 언급하였듯이, 한국어 적용이 가능하면서도 쓰기 과정 분석까지 수행해주는 키스트로크 로깅 프로그램이 없었기 때문에 현재까지 한국어 디지털 로깅 정보를 활용한 본격적인 연구가 국내에서 거의 수행된 바가 없다. 국내에서 키스트로크 로깅 도구를 활용한 연구 사례가 없지 않으나, 모두 영어 등 제2언어나 번역학 분야로서 한국어를 제외한 외국어 글쓰기 과정을 분석한 사례에 해당하였다(김자경, 2020; 이종봉, 2022; 조혜영, 2023). 예외적으로, 백승주(2021)는 독자적인 한국어 키스트로크 로깅 도구인 HAWAII를 개발하였는데, 글자 수, 소요 시간, 자판 입력 시간 및 순서, 한글의 음소 및 음절 단위 기록 등을 산출하였다. 해당 연구에서는 이 도구로 수집된 1차적인 원데이터를 연구자가 직접 일일이 분류하여 휴지, 수정 등의 2차적 정보들을 산출한 후, 제2언어로서의 한국어를 배우는 학생들의 쓰기 과정상 특징을 분석하였다는 점에서 최초의, 그리고 아직까지는 유일

한 한국어 키스트로크 로깅 자료 분석 연구라는 의미를 지닌다. 김기범·김승주(2020)에서도 독자적인 한국어 키 로깅 도구로서 코로거(KoLogger)를 개발하여 쓰기 과정 중 누른 각각의 키 값을 누른 시간 및 삽입 위치 등의 정보와 함께 기록하고 텍스트 내용을 시간 흐름에 따라 기록하도록 만들었다. 두 연구에서 개발한 키스트로크 로깅 도구는 한국어 작문 과정 연구의 진일보를 위한 혁신이라는 점에서 그 의미가 크지만, 마우스 클릭을 포함하지 못하고 있다는 점, 그리고 휴지, 수정, 쓰기 과정의 선형적 정보 등을 자동적으로 산출해주는 기존 키스트로크 로깅 프로그램들과 달리 키스트로크의 원자료만 제공한다는 점에서 활용상의 제약도 존재한다. 특히 수정(revision)의 경우, 일정한 공식이나 함수의 대입으로 단순 계산된 정보는 실제 수정 행위를 제대로 반영할 수 없기에 다양한 알고리즘을 통한 후처리 작업이 필수적으로 요구된다(Conijn et al., 2024).

키스트로크 로깅 도구로 수집된 자료를 활용한 연구는 아니더라도, 몇몇 국내 연구자들은 키스트로크 로깅을 작문 연구에 활용할 필요성을 크게 강조해 왔다. 이경화·강동훈(2015)에서는 여러 도구들을 통합적으로 활용하여 쓰기의 인지적 과정을 더욱 입체적으로 분석해야 함을 주장하면서, 키스트로크 로깅 자료 및 분석 사례를 제시한 바 있다. 이어서 강동훈(2018)에서도 키스트로크 로깅 방법에 대한 본격적인 소개를 통해 작문 연구에서의 필요성을 강조하였다. 김혜연(2019) 역시 기존 국내 쓰기 과정 연구들 대부분이 사고기술이나 결과물 비교 분석 등의 방법론에만 의존해 왔음을 지적하면서, 다양한 방법론을 적용한 국제적 수준의 연구 활성화를 위하여 한국어 분석이 가능한 키스트로크 로깅 프로그램의 도입이 필요함을 역설하였다.

2. 인풋로그 도입의 필요성

2.1 기존 키스트로크 로깅 프로그램의 특징 비교 분석

키스트로크 로깅 도구는 간접적 관찰 도구로서 작문 과정에 대한 방해 없이 자료를 수집할 뿐만 아니라 그중 일부는 작문 과정에 대한 분석까지 자동적으로 완료하여 제공한다는 점에서 교육적으로도 더욱 유용하다. 그 뿐만 아니라 사고구술과 함께 활용할 경우, 상호보완적인 자료 수집이 가능하며, 비디오 녹화와 달리 디지털화된 정보 추출 및 축적이 가능하다는 점에서 매우 유용한 도구이다. 또한 시선추적 시스템과 연동하여 분석할 경우 글쓰기의 과정에 대해 더욱 입체적인 접근이 가능하다.

그러나 이상의 특징들이 모든 키스트로크 로깅 도구들에 공통된 특성은 아니며, 도구에 따라 각기 다른 기능들을 포함하고 있다. Van Waes et al.(2012)은 키스트로크 로깅 도구들을 소개하는 논문에서, 현존하는 키스트로크 로깅 프로그램들 중에서 쓰기 과정 연구의 수요에 맞게 최초로 개발(1992년)된 프로그램인 Trace-it을 위시하여, 기 개발된 키스트로크 로깅 프로그램들을 총 7종으로 정리하여 보여 준 바 있다. <표 1>은 Van Waes et al.(2012, p. 509)의 도표에 최근 현황을 덧붙여 재정리한 것으로, 각 키스트로크 로깅 프로그램들이 수집하는 로깅 정보 및 운영 도구, 그리고 산출물의 유형 등을 구체적으로 보여 준다.

<표 1>에서 확인할 수 있듯이, 인풋로그(Inputlog)는 키스트로크 로깅 도구들 중에서 가장 많은 로깅 정보들을 포함하고 있으며, 유일하게 윈도우/MS word의 조합으로 활용 가능하다는 점에서 사용자 편의성도 가장 높다. 또한 시선추적 시스템 및 음성언어 녹음/전사 프로그램에서 수집된 자료와 타임라인을 자동적으로 맞추어 두 도구의 자료를 결합해 주는 후처리 분석(postprocess analysis) 기능을 통해 다양한 도구 간 결합을 손쉽게 할 수 있다. 쓰기 과정 녹화 및 재생 기능도 포함하고 있어서 별도의 녹화

도 필요 없으며, 최신 버전에는 히트맵, 유창성, 마이그램 분석 등을 추가하여 타자 빈도 및 패턴을 시각화하고 타자 습관에 따른 오류 분석 등을 가능하게 하였다.

<표 1> 키스트로크 로깅 도구들의 주요 특징 비교 분석

	Trace-it	Script Log	Inputlog	Translog	uLog	EyeWrite	Eye & Pen
로깅정보							
키보드	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
마우스	✓	✓	✓	✓	✓		✓
눈 움직임		✓	✓	✓		✓	✓
말			✓				
손글쓰기							✓
응용 식별			✓		✓		
구동방식							
운영체제	맥	윈도우	윈도우	윈도우	윈도우	윈도우	윈도우
워드체제	자체 편집기	자체 편집기	MS Word	자체 편집기	윈도우	자체 편집기	태블릿
산출물							
과정요약	✓	✓	✓		✓		
일반 정보	✓	✓	✓	✓		✓	✓
선형 정보	✓	✓	✓	✓			
키전환 정보		✓					
휴지 분석	✓	✓	✓		(✓)	(✓)	
수정 분석	(✓)		✓				
과정 재생	✓	✓	✓	✓		✓	✓
S-Notation	✓	(✓)	✓				
Heat map			✓				
유창성			✓				
Bigram 분석			✓				

2.2 인풋로그의 특징 및 장점

(1) 인풋로그의 우수성과 사용자 편의성

인풋로그 프로그램은 벨기에 앤트워프 대학교의 전문적 글쓰기 및 디지털 미디어(Professional Writing and Digital Media) 연구팀에서 개발한 것으로(Van Waes et al., 2012; Leijten & Van Waes, 2013), 인터넷(www.inputlog.net)을 통해 무료로 사용할 수 있으며, 전 세계적으로 800명 이상의 작문 연구자들이 사용하고 있다. 인풋로그의 주요 장점으로는 MS 워드와 연동되어 사용될 수 있다는 점과 과정 데이터를 세밀하게 기록하면서도 기록되고 있다는 것이 드러나지 않는다는 점을 들 수 있다. 또한 앞서 소개하였듯이, 현존하는 키스트로크 로깅 프로그램 중에서 가장 많은 로깅 정보와 분석 기능을 보유하고 있다. 키스트로크의 로깅 원자료인 idfx 파일을 정확히 추출해 내는 것은 물론, 프로그램 내에서 선형 정보, 휴지 및 수정 분석, 유창성 분석, 히트맵 및 바이그램 분석 등 다양한 방식의 분석 기능을 자동적으로 수행할 수 있다.

아울러, 인풋로그 프로그램은 연구자용과 연구대상용 두 버전으로 설치가 가능하며, 연구대상용 버전은 로깅 정보를 수집하는 데 필요한 최소한의 필수 요소만으로 구성되어 설치 및 제거 등의 과정이 매우 간단히 이루어질 수 있다. 연구자용 버전 또한 사용자 편의성을 고려한 윈도우 기반 체제를 갖추고 있어 작문 분야 혹은 전산언어학 분야의 전문가가 아니더라도 손쉽게 분석을 수행하고 관련 연구를 진행할 수 있다는 점에서 확대 적용 가능성이 매우 높다.

(2) 인풋로그의 확장 가능성

관련 분야의 기술적·이론적 발전에 힘입어 키스트로크 로깅은 현재 작문 연구 분야에서 주요 연구방법으로 자리매김해 가고 있다. 그중에서도 인풋

로그는 다양한 언어 체제 적용 및 다양한 도구와의 결합 측면에서 확장 가능성이 가장 크다. 먼저, 인풋로그는 가장 많은 언어 체제를 소화할 수 있다는 점에서 의미를 찾을 수 있다. 현재까지 인풋로그 프로그램은 국가 설정 및 키보드 배열만 적절히 선택하면 그리스 문자나 사미 문자를 포함한 대부분의 서양 문자들을 기반으로 하는 키보드 입력 체계에 적용될 수 있었다. 그러나 엔트워프 대학교 연구팀은 이에 그치지 않고 2017년도에 중국 산둥대학교 연구팀과 협력 연구를 통해 병음(pinyin) 입력을 기록할 수 있는 인풋로그 중국어 1차 버전을 개발하였다. 이에 더하여 2023년 서울대학교 국어교육연구소와의 협력 연구를 통해 한국어 베타 버전을 개발하였다. 이를 통해 음운 단위인 알파벳 기반 체계, 표의문자 단위인 한자(漢字) 기반 체계와 더불어 음절 단위인 한글 기반 체계까지, 서로 다른 문자 입력 체계에 따른 키보드 입력 및 글쓰기의 체문제와 관련된 비교 연구도 가능할 것이다.

다음으로, 인풋로그는 다양한 과정 정보와 결합 분석이 가능하다는 점에서도 의의가 있다. 인풋로그는 버전 업그레이드 과정을 통해 서로 다른 도구들과 결합 분석이 가능하도록 개발되어 왔다. 2008년에 출시된 인풋로그 버전 3부터는 음성 자동 받아쓰기 프로그램인 Dragon Naturally Speaking과의 자동 결합이 가능하도록 개발이 이루어졌다. 기존 키스트로크 로깅 프로그램에서는 로깅 정보가 사고 구술 프로토콜과 자동으로 연동되지 않기 때문에 결합 분석이 어려웠으나, 인풋로그에서는 사고 구술 프로토콜의 분석이 키스트로크 로깅 정보와 정확한 타이밍 정보를 기반으로 연동될 수 있게 된 것이다. Dragon Naturally Speaking은 전 세계적으로 가장 널리 사용되는 음성 자동 받아쓰기 프로그램으로서, 한국어 음성 인식도 가능하다는 점에서 더욱 고무적이다.

이외에도 인풋로그는 가장 최신 버전인 버전 9에 이르기까지, MS Word의 안정되고 온전한 구현은 물론, 시선 추적 시스템인 EyeWrite, 또 다른 키스트로크 로깅 프로그램인 S-Notation과의 연동에 이르기까지 다양한 프로그램들과 결합 분석이 가능하도록 업그레이드가 이루어졌다.

Ⅲ. 인풋로그 한국어 버전의 개발 과정

1. 인풋로그 한국어 버전 개발의 쟁점

1.1 한글 표기 고유의 특성과 관련된 쟁점

인풋로그 한국어 버전의 개발은 인풋로그의 원 개발팀인 벨기에 앤트워프 대학교와 한국의 서울대학교 국어교육연구소의 교류를 통해 2023년 초에 기획되었고, 2023년 여름부터 개발이 시작되어 현재 베타 버전을 시험 적용하는 중이다. 인풋로그 한국어 버전을 개발하는 과정에서 가장 큰 쟁점은, 기존 인풋로그 프로그램에서 다루어졌던 언어들의 문자 체계와 동일한 방식으로 한글 문자 체계를 다룰 수 없다는 점이었다.

인도-유럽 언어의 문자 체계와 달리 한국어는 음절에 기초한 문자 체계(즉, 모아쓰기)를 채택하고 있다. 원칙적으로 키스트로크 로깅 도구는 키스트로크들을 순차적으로 포착하고, 각각의 키스트로크는 하나의 문자에 대응하며, 각각의 키스트로크 뭉치(chunk)는 인도-유럽 언어에서의 한 낱말을 형성하게 된다. 그러나 이러한 방식은 한국어 입력 체계에서는 적절히 작동하지 않는다. 왜냐하면 각각의 키스트로크는 한국어 음절(문자)의 한 부분에 불과하고, 키스트로크의 뭉치는 어떤 변환이 없는 한국어의 한 단어 단위에 부합하지 않게 되기 때문이다.

음절의 개념 외에도, 한국어는 ‘어절’이라는 고유의 단위를 기반으로 띄어쓰기를 실시하고 있으며, 서로 다른 품사를 하나의 뭉치에 포함하는 독특한 형태·통사적 특징을 지니기도 한다. 이러한 이유로, 대부분의 컴퓨터 작동 체계들은 한국 특유의 입력 방식을 지니고 있는데, 이 방식은 일련의 한국어 음소들에 대응하는 연속적인 키스트로크들을 실제 한국어 문자들에 대응하는 한국어 음절들로 변환하는 한국적 자동화에 기초하고 있다. 그러므로 한국어의 특성을 고려하여 쓰기 과정을 분석하기 위해서는 인풋로그

에서 한국어에 특수한 모듈을 실행할 필요가 있다.

1.2 한글의 디지털 문자 입력 체계와 관련된 쟁점

디지털 환경에서는 한글을 비롯한 문자를 숫자로 코드화해 처리하게 된다. 이때 각 문자에 대응하는 세계 표준 문자 체계가 유니코드이다. 유니코드는 한글에 대해 조합형과 완성형을 모두 지원한다. 조합형 한글에서는 초성, 중성, 종성을 차례대로 입력했을 때 그 자체가 하나의 완성된 음절을 의미한다. 예를 들어 ‘각’이라는 완성된 글자를 적을 때, 초성 ‘ㄱ’을 의미하는 ‘\u1100’, 중성 ‘ㅏ’를 의미하는 ‘\u1161’, 종성 ‘ㄱ’을 의미하는 ‘\u11a8’을 순서대로 ‘\u1100\u1161\u11a8’로 적는 것이다. 이는 엄밀히 말하면 ‘ㄱㅏㄱ’을 의미하나 대부분 디지털 환경에서는 ‘각’으로 모여써여 보이도록 지원된다. 반대로 완성형 한글에서는 초성, 중성, 종성으로 구분되지 않는 자음과 모음이 존재하고, 완성된 글자 역시 ‘가’부터 ‘힉’까지 모아쓰인 형태의 11,172자가 각각 매핑되어 존재한다. 이 11,172자는 가능한 초성 19개, 가능한 중성 21개, 종성을 쓰지 않는 것을 포함해 가능한 종성 28개의 모든 조합이다. 즉, 완성형 한글에서 ‘ㄱ’이라는 자음을 적을 때에는 ‘\u3131’이라는 코드가, ‘각’이라는 글자를 적을 때에는 ‘\uac01’이라는 또 다른 코드가 ‘각’이라는 글자를 나타내게 된다. 데이터 크기의 효율성 문제 등으로 인해 완성형의 낱자 및 음절 글자가 주로 사용되며, 옛한글 등 완성자에서 제공되는 11,172자 외의 입력이 필요할 경우 조합형이 일부 사용된다.

PC에서 주로 사용되는 운영체제인 Microsoft사의 Windows OS 역시 완성형을 기본으로 지원한다. 완성형 입력은 ‘ㄱ’, ‘ㅏ’, ‘ㄱ’을 순차적으로 입력했을 때 단 하나의 코드인 ‘\uac01’을 출력하는 것처럼 입력에 따라 적절한 유니코드를 출력하는 별도 함수를 필요로 한다. Windows OS에서는 IME(Input Method Editor)가 이 역할을 한다. 요약하면 사용자의 입력이 바로 시스템에 입력되는 구조가 아닌, IME 입력기에 입력되고, IME 입력기에서는 음소가 모아쓰인 음절을 완성시켜 시스템에 전달하는 구조이다.



[그림 1] 디지털 환경의 한글 입력 과정

입력된 키 정보는 원래 Scancode라는 이름으로 시스템에 전달되는 것이 일반 원리이나, 한글 등 IME를 사용하는 문자 체계의 경우 이러한 정보 전달을 IME가 가로채 처리하게 된다. 이때 IME 입력기 내에서 음절 조합을 구현하기 위하여, IME는 순차적으로 입력되는 음소를 기억해 하나의 완성된 음절을 출력하는 역할을 한다. IME는 완성형 글자를 출력하는 것을 원칙으로 하기 때문에, ‘초성, 중성’, ‘초성, 중성, 종성’으로 이루어진 글자만 출력한다. 완성형 글자가 완성되거나 더 이상 완성형 글자를 출력하지 못하게 되는 상황이 발생하는 즉시 IME는 그때까지의 입력을 완성형 글자 형태로 출력하고 입력된 내역을 삭제한다. 예를 들어, ‘ㄱ’을 입력한 후 ‘ㄴ’을 입력하는 경우, 지금까지의 입력을 이용한 완성형 글자 완성이 더 이상 불가능하기 때문에 즉시 ‘ㄱ’을 완성 형태로 출력한다. 또한 IME 입력 과정 중 ‘백스페이스’ 키를 통해 입력을 삭제하고자 하는 경우 IME 내의 음소가 후입선출의 순서로 삭제된다. 예를 들어, ‘ㄱ’, ‘ㄴ’, ‘ㄴ’을 순차적으로 입력 후 ‘백스페이스’ 키를 입력하는 경우, ‘ㄴ’만 삭제되고 IME 입력 과정이 이어진다.

이상과 같이, 한글 문자 체계의 특수성으로 인해 컴퓨터 자판 입력에서도 타 언어와 동일한 방식을 그대로 적용할 수 없다. 이에 따라 한국어 버전 개발 초기에 이러한 기초적인 쟁점들을 먼저 탐구하였으며, 그에 따라 개발 계획을 수립해 나갔다.

1.3 알파벳, 한자, 한글의 차이에 의한 쟁점

알파벳과 그리스 문자, 사미 문자 등 서구권 문자 체계는 동일한 유니코드 방식을 활용하므로 자판 배열 설정 등을 통해 손쉽게 인풋로그로 분석 가능하였다. 중국의 한자 체계는 이와 완전히 달랐기에, 별도의 개발 과정을 거쳐 인풋로그의 중국어 버전을 만들게 되었다. 한국의 한글은 표음문자라는 점에서 알파벳 계열 문자 체계와 유사하면서도, 모아쓰기와 음절 단위 구별의 특징 때문에 알파벳과도, 한자와도 다른 독자적인 특징을 가진다. 이에 따라 인풋로그 한국어 버전은 영어 버전을 기반으로 하고, 중국어 버전을 참고로 하여 개발되었다. 영어, 중국어, 한국어는 사용하는 문자 체계가 다른 바, 인풋로그 버전 개발을 위한 각 언어 비교 분석이 필수적이었으며, 기존 개발된 사항에 더해 각 언어의 문자적 특질 차이 및 언어별 입력 과정의 기술적 차이에 대응할 수 있는 개발 과정을 필요로 하였다.

(1) 영어, 중국어, 한국어 문자적 특질 및 입력 과정의 비교

알파벳은 음소문자로서, 각 알파벳이 하나의 음소를 나타낸다. 한자는 원칙적으로 글자가 하나의 의미를 나타내는 표의문자에 속하나, 발음적 측면에서는 각 글자가 음절을 나타내는 음절문자적 성격을 지닌다(양세욱, 2022). 한글의 각 자음, 모음은 음소를 나타내므로 음소문자이나, 사용 시에는 반드시 하나의 음절을 나타내는 형태로 조합하여 사용하므로 한자와 유사한 음절문자적 성격을 지닌다고 할 수 있다. 그러나 한글의 음절문자적 성격을 달성하는 데 가장 중요한 원리는 모아쓰기의 원리라는 점에서 한자와도 차이가 크다. 한글에서는 음소를 조합해 초성, 중성, 종성으로 이루어진 하나의 음절이 표기되어야 읽을 수 있는 유효한 문자가 완성된다.

디지털 환경에서 문자를 입력할 때, 각 언어별 문자적 특질로 인해 입력 과정이 크게 달라진다. 예컨대, 표의문자이자 음절문자적 성격을 갖고 있는

한자를 입력하는 경우, 수천 개의 가능한 글자 중 하나의 글자를 선택해 입력하는 방법이 필요하다. 이에 반해 음소문자인 알파벳과 한글의 경우 수십개의 음소만으로도 뜻을 표현할 수 있어 키보드 각 키에 음소를 대응시켜 입력하는 방법이 사용된다.

이러한 차이로 인해, 영어, 중국어, 한국어의 입력 과정은 시스템 상 다르게 구현된다. 영어의 경우 하나의 입력이 하나의 음소를 의미하고 입력 이후의 입력이 앞의 입력에 영향을 미치는 일이 없으므로, 별도의 IME 없이 키 입력이 시스템에서 바로 처리된다. 중국어의 경우 병음(Pinyin)을 입력해 음절을 하나의 글자로 바꾸는 과정이 필요하며, 이는 중국어 IME에서 처리된다. 자동적으로 한 개의 음절이 완성되는 한국어의 경우와 달리, 중국어는 같은 병음이 각각 다른 글자를 의미하는 경우가 발생한다.

(2) 입력 과정의 차이를 고려하는 개발 방향 설정

앞서 논의하였듯이, 알파벳, 한자, 한글은 저마다 다른 속성을 지닌 문자 체계로서 고유한 문자 체계의 속성을 구현하지 않고서는 키스트로크 로깅을 정확히 이루어낼 수 없다. 이에 따라, 인풋로그 한글 버전에서는 다음 네 가지 추가 기능 개발이 필요한 것으로 판단되었다.

첫째, 한글 음소 기록의 정확성과 안정성을 확보할 필요가 있다. 특히, 한/영 모드에 따라 일치하는 한글 음소를 기록할 수 있어야 한다. ‘한/영’키와 한/영 모드의 존재로 인해 영어나 중국어를 입력할 때와 달리 한 개의 키 입력이 두 가지 방식으로 활용될 가능성이 있다. ‘ㄱ’키를 입력할 경우 한글 모드일 때는 ‘ㄱ’을 의미하지만 영어 모드일 때는 ‘g’를 의미하기 때문에, 사용자의 입력을 정확한 언어로 기록하는 과정이 필요했다. 반대로 영어나 중국어를 입력할 때에는 ‘r’키는 반드시 ‘r’을 의미한다. 중국어에서 영어를 입력할 때에는 병음을 입력하듯 ‘wo’라고 입력한 뒤, 我 등 해당 병음에 해당하는 한자와 더불어 존재하는 ‘wo’라는 알파벳 표기 옵션을 선택하여 입력한다. 그러나 한글 입력 체계에서는 미리 설정한 한/영 모드의 차

이로만 구별할 수 있을 뿐, 입력 당시에는 영어와 한국어를 구별할 수 없다는 난점이 있다.

둘째, 사용자가 음절을 완성했을 때 완성된 음절을 기록할 수 있어야 한다. 키 입력이 곧장 시스템에 전달되는 영어 입력 환경과 달리, IME에 의해 키 입력이 탈취되고 IME 내부에서 조합된 음절이 시스템에 전달되는 한국어 입력 환경에서는, 키 입력을 탈취해 기록하는 인풋로그의 기존 방식으로 입력된 음소를 기록할 수는 있으나 IME가 전달하는 음절은 기록할 수가 없다. 결과적으로 ‘한글’이라고 입력을 했음에도 불구하고 ‘ㅎㅏㄴㄱㅡ’로 기록이 되어 적절한 기록과 분석에 어려움이 있다. 상기 두 가지 기능은 특히 언어 특성에 맞는 기록과 분석을 위해 우선적으로 구현되어야 하는 기능으로 판단되었다.

셋째, 인풋로그에서 제공하는 자동화된 분석 기능이 한글 문자 체계의 특성에 어떻게 적용 가능한지 검토할 필요가 있다. 인풋로그는 휴지 및 수정 분석 등 쓰기 과정에 대한 다양한 분석 기능을 제공하고 있는데, 한국어 버전으로 수집된 한글 작문 로그의 경우에도 분석이 가능한지 확인해야 한다.

넷째, 상기 기능 외에도, 인풋로그 한국어 버전이 기존 인풋로그에 통합되어 개발되었기 때문에 한국어 기능을 켜고 끌 수 있도록 인터페이스 수정이 진행되어야 한다. 한국인 유저가 편리하게 사용할 수 있도록 개발 내용 및 기능을 소개하는 문서 작성 등도 별도로 진행될 필요가 있었다.

2. 인풋로그 한국어 버전의 개발 방향과 원리

인풋로그 한국어 버전의 개발은 앞서 분석을 통해 제시한 네 가지 개발 과제를 해결하는 것을 목적으로 진행되었다. 이중 한국어 버전 개발 시 가장 큰 쟁점이 되었던 첫째와 둘째 개발 과제를 해결하기 위하여 후처리 방식을 채택하게 되었다. 여기서는 해당 원리를 채택하게 된 배경을 중심으로

로 개발 과정을 서술하고, 이러한 개발 방향이 어떤 점에서 유리한지를 밝히는 데 중점을 두고자 한다.

2.1 후처리 방식의 개발 원리

인포로그 한국어 버전 개발의 가장 큰 과제는, MS Word 체제에서 한글 체계를 역동적으로 구현해야 한다는 점이었다. 이를 위해 한/영 모드에 따라 일치하는 한글 음소를 기록할 수 있는지 여부가 관건이었다. IME는 현재 모드를 'ImeMode'라는 변수로 기억한다. 이에 따라 ImeMode가 한글일 경우 한글 음절을 조합해 시스템으로 출력하고, 영어일 경우 영어 음소를 그대로 시스템에 출력하는 것이다. 따라서 초기 구현 아이디어는 IME 입력기 내부의 'ImeMode' 변수를 인포로그가 입력받아, 한글 모드인 경우 인포로그가 수집한 키 입력을 대응되는 한글 음소로 기록하는 것이었다.

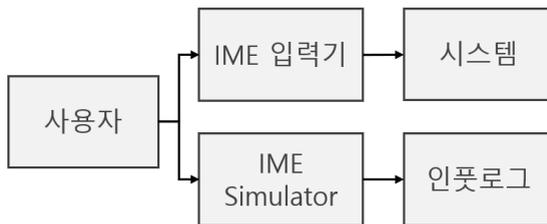
인포로그 중국어 버전의 경우에도 IME로부터 정보를 입력받아 구현하였으나, 중국어 사용자가 주로 사용하는 써드파티 IME인 Sogou 입력기를 대상 시스템으로 하고 있어 한국어 버전 구현과 차이가 있다. 써드파티 IME인 Sogou 입력기의 경우 보안 규정이나 제공되는 API 등이 한국어 사용자가 쓰는 Microsoft Windows IME와는 완전히 달라 이에 맞는 새로운 구현 방식이 필요하다.

특히 문제가 되는 부분은 Windows IME의 경우, ImeMode 변수를 각 프로세스별로 저장한다는 점이다. ImeMode 변수를 확보할 수 있는 방법은 다양한데, 그 중 대표적인 방법은 윈도우에서 제공하는 Imm.dll의 함수를 이용하는 것이었다. Imm.dll은 IME에 접근할 수 있는 기능을 모아 구현한 라이브러리이다. 그러나 윈도우 보안상의 이슈로, 개별 프로세스는 자신의 ImeMode만 확인 가능하고, MS Word 등 타 프로세스에 종속된 ImeMode는 확인할 수 없어 다른 방법 구현이 필요했다.

이외에도 MS Word를 인포로그의 자식 프로세스로 실행시켜 정보에 접근하는 방법 등이 고려될 수 있으나, 타 프로세스에 종속된 정보를 획득하

고자 하는 방법은 현재뿐 아니라 향후 개발 과정을 고려했을 때에도 보안 이슈로 인해 구현이 불가능하거나 안정성이 낮아 장기적으로 적용 가능한 방법이 아닌 것으로 판단되었다. 이러한 과정을 거쳐 최종 대안으로 채택된 방식은, 로깅 과정은 인풋로그의 로깅 과정을 그대로 따르되, 로깅이 끝난 뒤 로그 파일을 기반으로 한글 관련된 요소를 후처리(postprocess)하는 방법이었다.

후처리 방법은 우선 모든 입력을 알파벳으로 기록한 뒤 IME 한글 모드 중 입력된 키는 IME Simulator를 통해 대응되는 한글 음소로 변경하는 후처리 과정을 거치는 것이 핵심이다([그림 2]). 이때, IME 한글 모드 여부는 다음과 같이 판단된다. 우선, 인풋로그 실행과 동시에 윈도우의 한글 모드를 한글로 고정시킨다. 이후, 한/영 키 입력에 따라 한글 모드를 영어 모드로, 영어 모드를 한글 모드로 바꿔 판단한다. 다만 예외적으로, 마우스 입력을 통해 한/영 모드를 전환하는 경우와 일부 독자적으로 ImeMode를 관리하는 프로세스를 실행시키는 경우 한/영 전환이 예상과 다르게 동작할 가능성이 있으나, 일반적 작문 환경에서 예상되는 사용 패턴은 한정적이기 때문에 문제가 될 가능성이 극히 낮다.



[그림 2] IME Simulator 구현을 통한 후처리 방식

이상의 개발 과정을 통해, 인풋로그 한국어 베타버전은 MS Word는 물

론 인터넷 사용을 위한 웹 브라우저인 Chrome이나 Microsoft Edge 등에서도 모두 예상한 대로 동작하는 것이 확인되었다. 현행 후처리 방식에서는 예상대로 동작하지 않는 프로세스의 목록이 확보될 경우 예외처리 구현이 쉬운 구조이므로, 향후 관리에 있어서도 큰 어려움이 없을 것으로 예상된다.

2.2 후처리 과정을 통한 한글 로깅의 장점

인풋로그 한국어 버전의 핵심 기능인 한/영 모드 확인과 한글 음소 로깅, 한글 음절 로깅을 후처리 과정을 통해 수행할 경우 앞서 언급된 한계 극복이 가능한 것과 더불어 다음과 같은 이익도 뒤따르게 된다.

첫째, 키스트로크 로깅 중 연산 부담을 최소화할 수 있다. 사용자에게 따라 자판 입력은 일초에도 수차례 발생한다. 극단적인 경우, 하나의 자판을 계속 누르고 있는 등의 입력 방식도 가능하다. 매 자판 입력마다 실시간으로 한글 관련한 트래킹 및 연산을 하는 것은 OS 전체 연산 용량에 악영향을 미칠 수 있다. 인풋로그도 이미 자판 입력을 실시간 밀리초 단위로 추적하고 기록하면서 상당한 연산량을 필요로 하는 프로그램이다. 기존 인풋로그와 비교해 연산량 측면에서 동등한 수준의 부담을 유지하는 것은 중요하게 달성되어야 할 목표 중의 하나이다. 그러므로 후처리 과정을 채택함으로써 인해, 로깅 과정에서 추가적 연산이 요구되지 않는다는 것은 매우 유리한 지점이다.

둘째, 인풋로그 본 프로그램의 업데이트 시 안정성 확보에 유리하다. 본 연구 프로젝트를 통해 후처리 방식으로 개발된 버전은 인풋로그 본 버전의 산출 파일인 idfx 파일만 입력받아 동작한다. 즉, 인풋로그가 어떤 과정으로 자판 입력을 기록하고 idfx 파일을 작성하는지와 무관하게, idfx 파일 자체의 형식만 동일하다면 같은 방식으로 후처리를 수행하기에, 인풋로그 본 프로그램의 변화를 그대로 수용할 수 있다. 인풋로그는 지속적인 업데이트로 현재 버전 9까지 출시되었으며, 인공지능 알고리즘을 활용한 분석

기능 등 새로운 기능 개발이 지속적으로 진행되고 있다. 그러나 실시간으로 한글 연산을 수행하는 방법으로 개발하였다면, 기능 추가나 수정, 삭제에 따라 한글 버전의 구현 방식에도 별도의 수정이 필요할 가능성이 높다. 심지어 한글 버전의 호환 오류로 인해 인풋로그 본 버전까지도 제대로 동작하지 않을 가능성도 존재한다. 이와 달리, 후처리 방법의 경우 이러한 고민에서 자유롭기 때문에 더욱 안정적인 개발 대응이 가능하며, 한글 버전 구현은 오로지 idfx 파일 생성 이후의 과정에만 해당하므로 본 버전 동작에 영향을 미치지 않는다는 점에서 훨씬 더 유리하다.

셋째, 인풋로그 한국어 버전이 idfx 파일을 기반으로 작동하기 때문에 과거 산출물 대응에도 더욱 유리하다. idfx 파일만 있으면 해당 파일로부터 모든 필요한 정보를 입력받을 수 있다는 장점 때문에, 후처리 방법을 택하면 한글 버전 개발 이전의 파일 역시 한글 버전의 분석이 가능하다는 이점이 있다. 현재 테스트 단계이기는 하나, 이후 개발 고도화 단계를 거치면서 활용 연구가 많이 병행될 경우 테스트 단계 및 그 이전 단계의 산출물도 업그레이드 이후의 개발 버전으로 분석이 가능하다.

IV. 인풋로그의 활용 및 분석 방법

1. 인풋로그 프로그램의 활용 개괄

인풋로그(Inputlog) 프로그램은 자판의 입력을 캡처하여 기록하는 키스트로크 로깅 프로그램의 일종으로, MS Word 프로그램을 기본 입력 창으로 하여 글쓰기 연구에 필요한 모든 자판 및 마우스 움직임을 기록한다. 아울러, MS Word 프로그램이 아닌 다른 프로그램에서 수행되는 모든 입력도 기록된다. 예를 들어, Chrome과 같은 인터넷 브라우저에서 검색을 수행하는 경우, 해당 입력 역시 기록되는 것이다.

인풋로그는 글의 생산 과정을 관찰하기 위한 키스트로크 자동 기록 도

구로서, 모든 자판과 마우스 움직임들을 시간 정보와 함께 기록한다. 인풋 로그는 윈도우 기반 프로그램으로서 <표 2>와 같이 네 개의 모듈로 구성 되어 있다.

<표 2> 인풋로그의 주요 구성

인풋로그 구성 모듈	설명
데이터 수집 모듈	디지털 글쓰기 과정을 기록하는 모듈
데이터 분석 모듈	통계 분석을 위한 변수를 제공하는 모듈. 예) 원 자료, 요약, 선형 정보, 휴지, 수정, 유창성, 과정 그래프, 자료 참조, 바이그램, 토큰 분석 등
재생 모듈	기록된 작문 활동을 다시 보여주는 모듈
전처리 및 후처리 모듈	데이터 변환, 과거의 로깅이나 다른 관찰 도구로부터 얻은 데이터 파일들의 필터링 및 병합을 가능케 하는 모듈

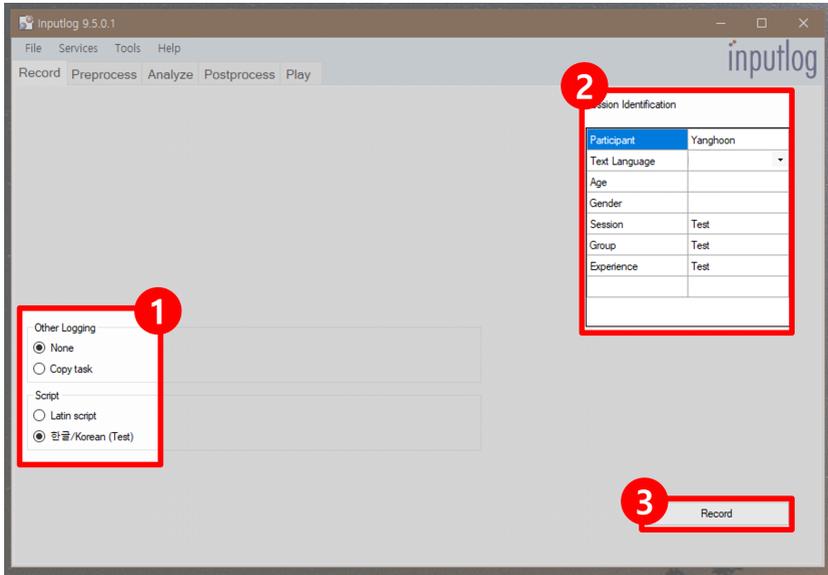
본고에서는 위의 네 개 구성 모듈 중에서 데이터 수집 모듈(쓰기 과정의 녹화 모듈)과 데이터 분석 모듈을 중심으로 활용 방법을 소개하고자 한다.

2. 인풋로그 한국어 버전의 실행 방법¹⁾

[그림 3]은 인풋로그 한국어 버전 프로그램의 초기 실행화면으로, 한국어 글쓰기 과정의 온전한 기록을 원한다면 로깅을 시작하기 전 왼쪽 하단의 'Script'를 '한글 모드'로 선택한 후 녹화를 시작해야 한다. 후처리 방식을 채택한 덕에, 이후 로깅 및 분석 과정은 기존 인풋로그를 사용할 때와 같다. 해당 글쓰기에 대한 세션 정보를 상단에 입력하고 하단의 Record 버튼을 누르면 MS Word 프로그램이 실행되면서 글을 쓰기 위한 빈 문서가 나타난다. 이때부터 실험자가 누르는 모든 자판 값이 기록되며, 마우스의

1) 현재로서는 인풋로그 한국어 버전이 시험 적용 중이라서 배포 및 활용이 어렵지만, 배포 가능한 시점이 되면 서울대학교 국어교육연구소 혹은 인풋로그 공식 홈페이지 (www.inputlog.net)를 통해 확인할 수 있게 될 것이다.

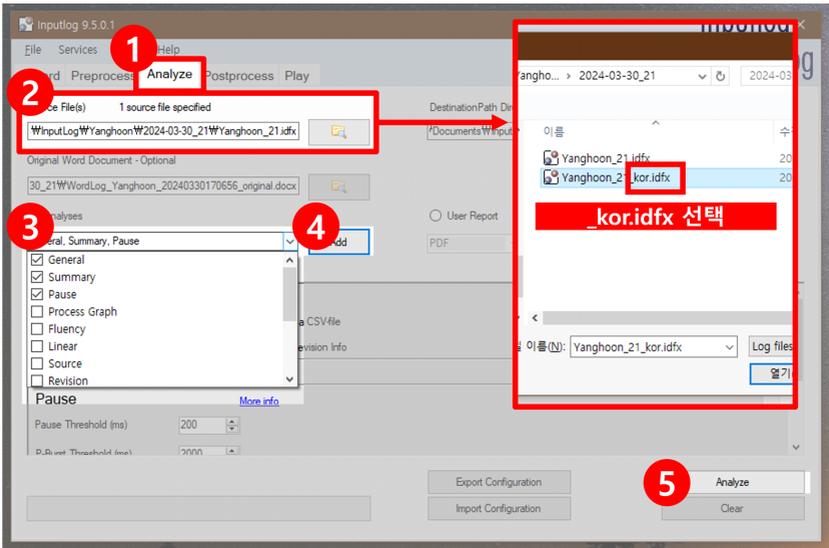
움직임도 기록된다. 자판 입력 기록에는 글자나 숫자뿐만 아니라, Shift, Control, Del 키와 같은 기능키의 입력도 모두 포함된다. 글쓰기를 종료하고 나서, 윈도우 하단의 작업표시줄에서 실행 중인 인풋로그 프로그램을 열고 ‘Stop Recording’을 누르면 로깅이 완료되고 해당 파일은 자동으로 저장된다.



[그림 3] 인풋로그 한국어 버전 녹화 실행 화면

인풋로그에서는 일반 글쓰기 과정 외에도 모사 과제(copy task)에 대한 로깅도 가능하다. 모사 과제는 일반적인 글쓰기 과정 대신 참여자의 자판 입력상의 특성을 탐구하고 개인적 특징을 확인하기 위해 특별히 설계된 것으로서, 컴퓨터 글쓰기의 익숙도 등을 공변량으로 추가하고 싶은 연구에서 별도로 활용할 수 있다. 그러나 현재 한국어 버전의 모사 과제는 별도로 개발되지 않았기에 아직 한국어로는 활용할 수 없다.

로깅 파일을 기반으로 인풋로그에 내재된 분석 기능을 활용하고 싶다면, [그림 4]와 같이 해당 로깅 파일을 Analysis 항목에서 불러와 원하는 분석 기능을 선택하여 실시할 수 있다. 한글 로깅의 경우, 기존 로그 원파일인 idfx 파일 외에도 한글 로깅에 적합한 수정본인 _kor.idfx 파일도 함께 생성된다. 한글 분석 기능을 사용하고자 하는 경우, 분석을 위한 파일로 수정본인 _kor.idfx 파일을 선택하여 사용해야 한다. 또한 이때 휴지 임계점(threshold), 간격(interval) 개수나 크기 등을 연구자 필요에 맞게 정할 수 있다.



[그림 4] 인풋로그 한국어 버전 분석 실행 화면

3. 인풋로그로 수집된 로깅 자료의 분석 방법 및 사례

분석이 완료되고 나면, 각 분석 유형별로 자동으로 생성된 결과 파일들

(XML 파일 포맷)을 확인할 수 있다. <표 3>은 인풋로그가 기본적으로 제공하는 분석 기능을 유형별로 간략히 설명하고 있다. 관련 내용은 인풋로그 공식 홈페이지에서 제공하는 영문 매뉴얼을 통해서도 상세한 설명과 예시를 접할 수 있다.

<표 3> 인풋로그에 내제된 분석 기능

분석 유형	내용
일반(general)	글쓰기 세션의 기본 로그 파일을 제공함. 해당 글쓰기 세션 정보와 함께, 모든 입력 동작(문자, 마우스 클릭 또는 움직임, 음성 입력 등)에 대해, 입력 식별자(ID), 타임스탬프, 동작 시기, 휴지 시기, 화면 위치의 xy 값(마우스 동작) 등이 함께 저장됨.
요약(summary)	과정 정보(예. 전체 과정 중 입력된 단어 수), 결과 정보(예. 최종 결과물의 단어 수), 과정과 결과 정보 관계, 과정 시간, 쓰기 모드 등 다섯 개의 섹션으로 구성됨. 휴지 임계점 기준 설정이 가능함.
휴지(pause)	다음 기준에 따른 휴지 기록을 제공함. 일반: 휴지 총수, 휴지 총 시간 등 휴지 위치: 단어 내, 단어 간, 문장 간, 문단 간 등 간격(기간) 요약: 선택된 간격(기간) 당 휴지 정보
과정 그래프 (process graph)	쓰기 과정의 진행을 나타내는 그래프로써, 작성 과정의 시간 경과(x축)를 생산된 문자 수(오른쪽 y축)와 대조하여 나타냄. 왼쪽 y축은 휴지 시간의 길이(오렌지색 점)를 보여줌. [그림 5] 참조.
유창성(fluency)	작성자의 유창성 분석을 통해, 작업 최적값과 개인 최적값이 도출됨. 작업 최적값을 새로운 개인 최적값으로 저장할 수 있는 옵션도 별도로 제공됨.
선형(linear) 분석	모든 입력 동작을 시간 순으로 담은 기본 로그 파일을 제공함. 이 선형 로그 파일에는 휴지 임계점 기준, 전체 쓰기 과정을 몇 단계로 구별하고자 할 때 간격(interval) 기준 등 사용자가 선택 가능한 몇 가지 옵션이 있음.
자료 참조(source)	작성 중인 글 외의 다른 모든 창의 접속 기록(웹페이지, PDF, 워드 자료 등)을 제공함. 윈도우 통계: 각 창에 머문 시간 등을 나타내는 통계 윈도우 전환 통계: 윈도우 간 전환이나 변경 등을 나타내는 통계

수정(revision)	다음 기준에 따른 수정 기록을 제공함. 정상 생산(normal production): 지금까지 작성된 텍스트 끝에 새로운 텍스트가 추가되는 경우 삭제(deletion): 지금까지 작성된 텍스트에서 텍스트가 삭제된 것으로서, 해당 지점에서 즉시 이루어질 수도, 지연될 수도 있음. 삽입(insertion): 지금까지 작성된 텍스트에 다른 텍스트가 삽입됨.
S-Notation	작성 과정의 선형적 설명과 함께, 삭제나 삽입이 이루어진 지점을 알려줌.
바이그램(Bigram)	연속된 두 개의 키 누름 순서를 의미함. 주로 두 개의 글자를 조합한 바이그램 분석에 중점을 두며, 다른 키 누름 조합의 지연 시간에 대한 정보도 제공함.
언어(linguistic) 분석	이 기능은 자동으로 W-Notation으로 연결됨. 시간과 수정 정보를 포함하는 단어 집계 과정이라는 점에서 S-Notation과 유사하지만, 컴퓨터 프로그램이 더 쉽게 인식할 수 있는 기호를 사용함.
토큰(token) 분석	특정 단어의 철자 처리 과정을 분석할 수 있게 함.

본 절에서는 실제 간단한 분석 사례들을 예시로 활용하여 개발 결과를 확인하는 동시에 분석 기능의 특징을 익힐 수 있도록 하고자 한다. 분석 예시 생성을 위하여, 연구자가 직접 인풋로그 한국어 버전을 통해 다음의 문단을 작성하는 과정 자료를 수집하고 분석을 실시하였다. 결과 분석의 빠른 이해를 돕기 위하여, 예시 문단은 본 논문의 서론 시작 부분을 기반으로 가급적 간단히 작성되었다. 이 절에서는 분석 방법을 소개하면서 다음 예시의 적용 사례도 부분적으로 제시하고자 한다.

글쓰기는 학습과 소통의 수단이자 도구라는 점에서, 교육, 사회, 문화 전반에 걸쳐 그 중요성을 인정받아 왔다. 특히 디지털 시대로 접어들면서 글쓰기의 의미는 새롭게 조명되고 있다.

<표 3>의 분석 기능 중에서 한국어 로깅에 아직 적용이 어려운 S-Notation, 바이그램, 언어 분석, 토큰 분석을 제외한 나머지 기능에 대해

소개하면 다음과 같다. 먼저, 일반에 해당하는 분석 기능(general analysis)에서는, 자판 입력 및 마우스 클릭과 움직임, 음성 입력 등 모든 로그 기록을 포함하는 파일을 제공하며, 이는 키스트로크 로깅의 원자료에 해당한다. 이 원자료는 엑셀로도 불러들일 수 있기 때문에 다양한 방식으로 재처리하여 통계 분석 등을 시도할 수도 있다.

요약(summary)에서는 쓰기 과정은 물론 글 결과물에 관한 총체적 정보를 단어 수와 시간의 형태로 제공한다. 이때, 한국어 문법 개념에서의 ‘단어’는 학술적으로도 다양한 논쟁이 있을 정도로 쉽지 않은 개념이므로, 인풋로그 한국어 버전에서는 ‘단어’를 한국어의 어절 개념으로 간주하기로 하였다. 그러므로 해당 프로그램 분석에서 ‘단어(word)’를 단위로 계산한 분석 결과들은 모두 ‘어절’을 단위로 분석한 것이라고 보면 된다. <표 4>는 위의 작성 예시의 ‘요약’ 분석 기능의 결과 일부이다. 입력된 음절/단어 수는 쓰기 과정 중 입력된 총 수를, 최종 남은 음절/단어 수는 글쓰기 세션이 끝나고 난 후 최종본에 남아 있는 수를 의미한다. 그러므로 위 예시에서는 썼다가 지우는 과정 속에서 총 258개의 자판이 입력되었고, 최종본에는 77개의 음절이 남아있음을 알려준다.

<표 4> 예시 문단의 요약 분석 결과

입력된 총 자판 수	입력된 총 단어 수	입력된 총 문장 수	최종 남은 음절 수	최종 남은 단어 수	최종 문장 수
258	33	6	77	24	2

인풋로그에서 휴지(pause)는 밀리초(ms) 단위로 입력을 기록해 그 간극(다음 키 입력 - 현재 키 입력)을 휴지 지속(Pause duration)으로 인식하는 방식으로 측정된다. 인풋로그에서는 휴지와 관련된 분석 기능으로, 휴지의 총수와 총 시간은 물론, 휴지의 위치에 따라 단어(어절) 내 휴지, 단어(어절) 간 휴지, 문장 간 혹은 문단 간 휴지 등도 구별해 준다. 한국어 버전의 경우 이에 더하여 음절(syllable) 내 휴지도 분석할 수 있도록 적용되었다.

로깅 과정에서 휴지의 위치에 따라 사용자가 멈추는 이유가 달라질 수 있다는 점에서(예. 단어가 기억 안 나서, 새로운 문장을 시작하기 위해 등) 유의미한 자료가 될 수 있다. <표 5>에서는 임계점을 달리 할 때 휴지 분석 결과가 어떻게 달라지는지를 보여주기 위하여, 0.2초, 1초, 2초의 임계점 설정 시의 대표적인 휴지 결과들만 선별하여 제시하였다. 즉, 0.2초 이상의 멈춤을 모두 휴지로 간주하였을 때와 1초 혹은 2초 이상의 멈춤만 휴지로 간주하였을 때 결과는 판이하게 달라졌다.

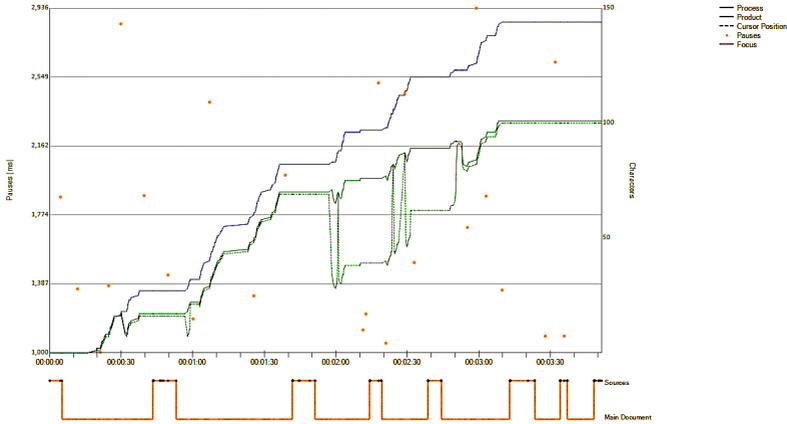
<표 5> 예시 문단의 휴지 분석 결과(시간 단위: 초)

임계점	총 글쓰기 시간	활동적 쓰기 시간	휴지 총 시간	휴지 총 횟수	휴지 지속시간 평균
200ms	231.640	114.508	117.132	108	1.085
1,000ms	231.640	145.735	85.905	33	2.603
2,000ms	231.640	171.206	60.434	15	4.029

또한 휴지 분석에서는 전체 쓰기 과정을 특정 간격(일정한 횟수 혹은 시간)에 따라 일괄적으로 나눈 후, 각 간격(interval)별 휴지의 수나 시간 등을 별도로 표시해 주는 기능도 있다. 이러한 간격별 계산 기능은 휴지 분석뿐만 아니라 과정 그래프와 선형 분석에서도 적용할 수 있는데, 이는 각 기록들을 구간별로 정산 가능하다는 점에서 유용하다. 실제로 몇몇 연구들에서는 전체 쓰기 과정을 동일한 간격의 몇 개 구간으로 나눈 후 해당 간격별로 키스트로크 로깅 기록의 차이를 비교함으로써 쓰기 과정 중 어떤 국면(예. 과정 초반, 중반, 후반 등)에서 특정 행위들이 더 많이 분포하였는지를 확인하기도 하였다(Tillema et al., 2011; Van Steendam et al., 2022).

과정 그래프(process graph)는 쓰기 과정의 진행을 결과물의 진행과 함께 시간의 흐름에 따라 시각적으로 보여준다는 점에서 전체 쓰기 과정을 한눈에 파악하기 좋다. 예시 문단 작성 시 자료 참조 양상을 보여주기 위하여 이미 작성해놓은 본 논문의 서론 일부를 참고하면서 해당 텍스트를

작성하였다.



[그림 5] 에시 문단의 과정 그래프

[그림 5]의 인풋로그 생성 이미지(임계점 1,000ms)에서 파란선은 쓰기 과정의 각 순간별로 작성된 모든 글자 수를, 초록선은 각 순간별로 글 결과물에 남아있는 글자 수를, 초록 점선은 커서 위치를, 노란 점은 각 휴지의 위치와 지속 시간을, 붉은 선은 자료 참조가 이루어진 시점과 지속 시간을 나타낸다. 위 과정 예시에서는 텍스트 생산 도중 ‘지금까지 작성한 텍스트(text produced so far)’로 되돌아가거나 다른 자료를 참조하는 일이 종종 있었음을 확인할 수 있다. 이러한 과정 그래프는 그 자체로서도 직관적인 정보력을 지니고 있어서, 이를 직접 작문 지도에 활용하는 방법을 권하거나 실제로 작문 지도에 적용하여 그 효과를 관찰한 연구들도 있다 (Vandermeulen et al., 2023).

유창성(fluency)은 기본적으로 자판 입력의 속도와 관련된다. 인풋로그는 녹화 실행 시 자동적으로 각 필자에 대한 유창성의 개인 최적값을 저장하며, 동일한 필자의 변화 과정도 모두 기록한다. 또한 작업 최적값도 산출하

는데, 기본적으로는 10초 단위로 여러 번 측정된 평균치로 계산하기도 하지만, 간격(interval)을 설정하였을 경우 각 간격을 여러 반복되는 단위로 나누어 측정하기도 한다.

선형(linear) 분석은 모든 로그 기록을 시간 순으로 나열한다는 점에서 일반(general) 분석과 유사해 보이지만, 일반 분석은 어떠한 가공 없이 원 자료를 그대로 보여주는 형태라면, 선형 분석은 매 이벤트 별로 시작 시간과 종료 시간, 그리고 해당되는 자판 등을 정리하여 보여준다.²⁾ 특히 인풋 로그는 선형 분석에서도 간격(interval) 등을 적용하여 쓰기 과정을 재분석해준다는 특징을 지닌다.

자료 참조의 분석(source analysis) 기능은 인풋로그의 독자적인 특징 중 하나로 볼 수 있는데, 진행 중인 텍스트 이외의 모든 문서 및 웹페이지 등에 대한 참조를 각 자료(source)별로 기록한다는 점에서 유용하다. 실제로, 자료 종합 글쓰기 관련 여러 국제 연구들에서는 다양한 자료들을 참조하는 실시간 기록을 연구에 활용하기도 하였다(Van Steendam et al., 2022; Vandermeulen et al., 2023).

한편, 인풋로그는 쓰기 과정 중 수정과 관련하여 수정의 시작, 수정에 관련된 텍스트의 선택 또는 커서 위치 지정, 텍스트의 삭제 및 삽입, 그리고 수정의 끝을 순차적으로 분석한다. 이를 기반으로, 인풋로그는 수정(revision) 분석과 S-Notation의 두 분석 기능을 제공한다. 그러나 현재 개발된 인풋로그 한국어 버전에서는 수정 분석만 제대로 적용 가능하며, S-Notation은 아직 온전한 적용이 어렵다.³⁾ 수정 분석에서는 정상 생산

2) 인풋로그의 선형 분석에서는 실제 자판 입력을 순서대로 보여주는 분석 결과를 제시하는데, 모든 키스트로크 로깅 프로그램들이 이 기능은 기본적으로 제공한다. 그러므로 해당 사례는 강동훈(2018), 김기범·김승주(2020) 등에서 소개한 내용을 참고할 수 있다.

3) S-Notation은 원래 Eklundh와 Kollberg(1996)가 개발하였던 키스트로크 로깅 프로그램으로서, 인풋로그 개발과 함께 해당 기능을 접목하였다. S-Notation은 작성자의 수정 내용을 완전하게 기록하는 것을 목적으로 개발되었기에, 작성 과정을 선형적 과정으로 설명하면서 텍스트의 어느 지점에서 삭제나 삽입이 결정되었는지를 보여준다. 또한 각 수정마다 번호를 매김으로써 작성 과정에서 수정이 일어나는 순서도 보여준다.

(normal production), 삭제(deletion), 삽입(insertion)의 세 국면에 따라 수정 기록을 제공한다. 정상 생산은 지금까지 작성된 텍스트 끝에 새로운 텍스트가 추가되는 경우를, 삭제는 지금까지 작성된 텍스트에서 일부 텍스트가 삭제되는 경우를, 그리고 삽입은 지금까지 작성된 텍스트에 다른 텍스트가 삽입되는 경우를 의미한다. 또한 수정 분석에서는 텍스트의 변화뿐만 아니라 시프트키나 커서 움직임, 마우스 클릭 등에 의한 변화도 함께 산출한다. 그리하여 앞서 언급한 세 국면 각각에 대하여 다시 수정(텍스트 상의 변화), 편집(자판과 마우스 움직임을 포함하여, 행위 완료에 필요한 모든 동작), 단어(텍스트 변화가 나타난 음절 수), 시간(수정이 이루어진 지속 시간) 등의 차원으로 수정 정보가 산출된다.

<표 6> 예시 문단의 수정 분석 결과

정상 생산			삭제			삽입		
수정	편집	단어	수정	편집	단어	수정	편집	단어
116	461	71	166	298	12	51	195	27

<표 6>은 앞서 소개한 예시 문단 작성의 수정 분석 결과 일부를 담고 있다. ‘수정’과 ‘편집’은 동작 혹은 발생 횟수를 단위로, ‘시간’은 초 단위로 기록된다. ‘단어’는 인풋로그 본 버전과 달리 한국어 음절을 단위로 하여 텍스트 변화가 나타난 수를 측정한다. 그러므로 위 예시는 정상 생산이 이루어지는 중 상당수의 삭제와 삽입이 이루어지는 쓰기 과정이었음을 확인할 수 있다.

V. 결론

글쓰기 과정의 관찰은 본격적인 작문 연구자들 외에도, 진료 기록, 환자 관찰 일지, 환자 글쓰기 관찰, 간호 일지 기록 등 의학 및 간호학 분야는

물론, 인간의 글쓰기 과정과 관련된 심리학의 제문제들, 커뮤니케이션, 마케팅, 홍보에 이르기까지 글쓰기와 직간접적으로 관련된 모든 분야에서 활용 가능하다. 특히, 해외 현황에 비해 한국의 작문 연구에서 인지심리학적 차원의 연구가 차지하는 비중이 크게 떨어진다는 점, 관찰 도구가 부족하다는 점 등을 고려할 때, 한국어 분석이 가능한 키스트로크 로깅 도구 마련이 필수적인 상황이다.

그러한 맥락에서, 이 논문은 디지털 글쓰기 과정의 주요 관찰 도구인 키스트로크 로깅 프로그램의 한국어 버전 개발 과정과 활용 방법을 소개함으로써, 향후 관련 연구자들이 한국어 글쓰기와 관련해서도 해당 도구를 본격적으로 활용하는 데 기여하는 것을 목적으로 한다. 인풋로그는 그간 10여 차례의 프로그램 업그레이드를 통해 정확도와 안정성을 높이고 다양한 자체 분석 기능을 갖춘 것은 물론, 음성 인식 및 시선 추적 시스템 등 타 도구와의 결합에 있어서도 가장 호환 가능성이 높다. 또한 인풋로그 본 프로그램에서는 휴지와 수정 분석에서 인공지능 알고리즘을 도입하는 것을 적극적으로 검토하는 중이며 지속적인 업데이트를 통해 관련 기능을 개선하고 있다.

앞서 해외 연구 현황에서 살펴본 바와 같이, 작문 과정과 관련된 해외 연구 사례들에서는 키스트로크 로깅 프로그램 및 시선추적 시스템 등을 활용하여 작문 과정의 디지털화된 관찰을 시도하는 경우가 지배적이다. 국내에서도 일부 연구들에서 시선추적 시스템을 활용한 사례가 있으나 쓰기 과정의 기본 정보가 부재한 상황에서 시선추적 시스템만을 활용해서는 본격적인 작문 과정 연구가 어렵기에 주로 읽기와 결합한 과정 연구의 형태로만 이루어졌다. 그러나 해외에서는 시선추적 시스템을 키스트로크 로깅 프로그램과 연동하여 전반적·입체적으로 작문 과정의 정보들을 수집·분석하는 연구들이 많이 수행되어 왔다. 그러므로 인풋로그 한국어 버전을 개발함으로써 한국어 쓰기 과정에 대한 독자적인 연구뿐만 아니라 비교문화적 연구, 협동 글쓰기 과정 연구, L1-L2 비교 연구 등 다양한 분야에서 본격적인 국제 협력 연구가 가능해질 수 있다(Hynninen, 2018; Van Waes &

Leijten, 2015).

아울러, 인풋로그 본 프로그램 및 한국어 버전의 향후 개발 및 업데이트 방향은 다음과 같은 점을 추가로 고려할 필요가 있다. 먼저, 인풋로그 본 프로그램의 경우, 변화하는 교육 및 작문 환경에 맞추어 AI 툴, 협업 기능 등의 활용을 별도로 확인할 수 있는 기능을 추가할 필요가 있다. 예를 들어, 생성형 인공지능에 의한 작문을 학생들이 글쓰기에 어떻게 활용하는지를 분석할 수 있다면 교육과 연구 측면 모두에서 매우 유용할 것이다. 또한 현재로서는 개인의 글쓰기 과정에 대한 로깅만 가능하지만, 만약 디지털 협업 툴도 포함된 분석이 이루어진다면 다양한 방식의 협동 글쓰기에 대한 분석이 가능할 수 있다. 한편, 인풋로그 한국어 버전의 경우, 추가 분석 기능 검증 및 활용 사례 확보를 통해 정확성과 안정성을 획득하는 동시에 지속적으로 업데이트하기 위한 기반을 마련하여야 한다. 또한 궁극적으로는 자체 IME 개발을 통해 앞서 개발 과정에서 맞닥뜨렸던 여러 쟁점들을 해소하는 방향을 모색할 수도 있다.

참고 문헌

- 강동훈(2018). 자판입력기록을 활용한 작문 연구. *한국초등국어교육* 65, 5-26. 한국초등국어교육학회.
- 김기범·김승주(2020). 쓰기 과정 연구를 위한 한국어 키 로깅 프로그램 개발 연구 - 한국어 키 로깅 프로그램 '코로거(KoLogger)'의 개발 결과를 중심으로. *청람어문교육* 75, 39-72. 청람어문교육학회.
- 김자경(2020). 번역 과정의 휴지 양상 고찰 - 전문가와 학생의 휴지 빈도 및 길이를 중심으로. *번역학연구* 21(5), 63-93. 한국번역학회.
- 김혜연(2019). 쓰기 과정 연구 방법론의 현황과 전망. *리터러시연구* 10(5), 69-108. 한국리터러시학회.
- 백승주(2021). 키스트로크 분석을 활용한 한국어 학습자의 실시간 쓰기 과정 연구, 이화여자대학교 국제대학원 한국학과 박사학위 논문.
- 양세욱(2022). 한자의 음절성과 그 문화사적 함의. *중어중문학* 89, 419-444. 중어중문학회.
- 이경화·강동훈(2015). 필자의 인지 과정 분석을 위한 작문 연구 방법. *청람어문교육* 56, 173-199. 청람어문교육학회.
- 이종봉(2022). 글쓰기의 유창성과 언어적 복잡성이 제2언어 쓰기 점수를 예측할 수 있는가?. *외국어교육연구* 36(4), 1-14. 한국외국어대학교 외국어교육연구소.
- 조혜영(2023). 고급 제2언어 학습자 작문 과정의 평행 이벤트: 컴퓨터 작문에서 타자 중 고수준 문제 해결에 대한 개인적 차이에 관한 연구. *외국어교육연구* 37(2), 1-23. 한국외국어대학교 외국어교육연구소.
- Alves, R. A., Castro, S. L., & Olive, T.(2008). Execution and pauses in writing narratives: Processing time, cognitive effort and typing skill. *International Journal of Psychology* 43(6), 969-979.
- Beers, S. F., Quinlan, T., & Harbaugh, A. G.(2010). Adolescent students' reading during writing behaviors and relationships with text quality: An eyetracking study. *Reading and Writing* 23(7), 743-775.
- Conijn, R., Dux Speltz, E., & Chukharev-Hudilainen, E.(2024). Automated

- extraction of revision events from keystroke data. *Reading and Writing* 37, 483-508.
- Ehrensberger-Dow, M., & Perrin, D.(2009). Capturing translation processes: a multi-method approach. *Across Languages and Cultures* 20(2), 275-288.
- Eklundh, K. S., & Kollberg, P.(1996). Computer tools for tracing the writing process: From keystroke records to S-notation. In G. Rijlaarsdam, H. van den Bergh, & M. Couzijn(Eds.), *Theories, models and methodology in writing research*, 526-541. Amsterdam, The Netherlands: Amsterdam University Press.
- Galbraith, D., Baaijen, V., Smith-Spark, J., & Torrance, M.(2012). The effects of dyslexia on the writing processes of students in higher education. In M. Torrance, D. Alamargot, M. Castelló, F. Ganier, O. Kruse, A. Mangen, L. Tolchinsky, & L. V. Waes(Eds.), *Learning to write effectively: Current trends in european research*, 167-171. Bingley, UK: Emerald.
- García, A. M., & Ibáñez, A.(2016). Hands typing what hands do: Action - semantic integration dynamics throughout written verb production. *Cognition* 149, 56-66.
- Hynninen, N.(2018). Impact of digital tools on the research writing process: A case study of collaborative writing in computer science. *Discourse, Context & Media* 24, 16-23.
- Leijten, M., & Van Waes, L.(2013). Keystroke logging in writing research: Using Inputlog to analyze and visualize writing processes. *Written Communication* 30(3), 358-392.
- McCutchen, D., Covill, A., Hoyne, S. H., & Mildes, K.(1994). Individual differences in writing: Implications of translating fluency. *Journal of Educational Psychology* 86(2), 256-266.
- Pérez-Paredes, P., Sánchez-Tornel, M., Alcaraz Calero, J. M., & Jiménez, P. A.(2011). Tracking learners' actual uses of corpora: guided vs non-guided corpus consultation. *Computer Assisted Language Learning* 24(3), 233-253.

- Perrin, D.(2011). “There are two different stories to tell”—Collaborative text-picture production strategies of TV journalists. *Journal of Pragmatics* 43(7), 1865-1875.
- Smagorinsky, P.(1989). The reliability and validity of protocol analysis. *Written Communication* 6(4), 463-479.
- Sullivan, K. P. H., & Lindgren, E.(2017). *Handbook of keystroke logging research*. Amsterdam, The Netherlands: Brill.
- Tillema, M., van den Bergh, H., Rijlaarsdam, G., & Sanders, T.(2011). Relating self reports of writing behaviour and online task execution using a temporal model. *Metacognition and Learning* 6(3), 229-253.
- Vandermeulen, N., Van Steendam, E., De Maeyer, S., & Rijlaarsdam, G.(2023). Writing process feedback based on keystroke logging and comparison with exemplars: Effects on the quality and process of synthesis texts. *Written Communication* 40(1), 90-144.
- Van Steendam, E., Vandermeulen, N., De Maeyer, S., Lesterhuis, M., Van den Bergh, H., & Rijlaarsdam, G.(2022). How students perform synthesis tasks: An empirical study into dynamic process configurations. *Journal of Educational Psychology* 114(8), 1773-1800.
- Van Waes, L., & Leijten, M.(2015). Fluency in writing: A multidimensional perspective on writing fluency applied to L1 and L2. *Computers and Composition* 38, Part A, 79-95.
- Van Waes, L., Leijten, M., Wengelin, Å., & Lindgren, E.(2012). Logging tools to study digital writing processes. In V. W. Berninger(Ed.), *Past, present, and future contributions of cognitive writing research to cognitive psychology*, 507-536. New York, NY: Psychology Press.
- Wengelin, Å., Torrance, M., Holmqvist, K., Simpson, S. O. L., Galbraith, D., Johansson, V., & Johansson, R.(2009). Combined eyetracking and keystroke-logging methods for studying cognitive processes in text production. *Behavior Research Methods* 41(2), 337-351.

이 논문은 2024년 7월 11일에 접수된 논문으로 2024년 8월 8일에 심사를 완료하고 2024년 8월 11일에 편집위원회 심의를 거쳐 게재가 확정됨.

<국문 초록>

키스트로크 로깅 프로그램의 개발 및 활용

- 인풋로그(Inputlog) 한국어 버전을 중심으로 -

김혜연, 도양훈, 민병곤

작문 과정에 대한 관찰은 작문의 본질적 속성을 확인하게 함은 물론, 교육적 적용을 위한 중요한 근거를 마련해준다. 특히 디지털 글쓰기의 시대로 접어들면서, 자판 입력 활동의 기록을 수집해 주는 키스트로크 로깅(keystroke logging) 데이터는 작문 과정 관찰의 주요 방법론 중 하나로 인정받아왔다. 그러나 대표적인 키스트로크 로깅 프로그램인 인풋로그(Inputlog)의 경우, 기본적으로 알파벳 적용을 위한 시스템으로 개발되었기에 한국어 로깅 자료를 온전히 처리할 수 없었다. 국내에도 한국어 키스트로크 로깅 원자료를 수집해주는 프로그램들은 개발된 바 있으나, 인풋로그는 휴지, 수정 등의 쓰기 과정 행위들을 자동적으로 분석해줄 뿐만 아니라 십여 가지의 부가 분석 기능을 갖추었으며 음성 인식 및 시선추적 시스템 과도 자동으로 연동될 수 있다는 점, 그리고 국제적으로 가장 많이 활용되는 도구라는 점에서 확장성이 높다. 이에, 본 논문은 인풋로그 한국어 버전을 개발하는 연구 프로젝트의 일환으로서, 한국어의 고유한 속성에서 비롯된 개발 과정상의 쟁점을 분석하고, 한국어 베타 버전의 특징, 사용 방법 등을 소개하여 국내 작문 연구에서도 해당 도구를 본격적으로 활용하는 데 기여하는 것을 목적으로 한다. 디지털 작문 과정의 관찰은 국내 작문 및 작문교육 연구의 주요 자료 수집의 원천일 뿐만 아니라, 글쓰기를 매개로 하는 사회과학 현상 탐구의 기반이 된다는 점에서 그 의미가 더욱 크다.

<주제어> 작문 연구, 연구방법론, 작문 과정, 자판 입력, 디지털 글쓰기

<Abstract>

Development and Application of a Keystroke Logging Program

- Inputlog Korean version -

Hyeyoun Kim · Yanghoon Doh · Byeonggon Min

Observing the writing process helps identify essential characteristics of writing and provides a rationale for educational applications. With the advent of digital writing, keystroke logging, which records keyboard activity, has become a prominent method for studying the writing process. However, Inputlog, a leading keystroke logging program, was initially developed for alphabetic systems and cannot fully process Korean logging data. Although domestic programs have been created to collect raw keystroke logging data in Korean, Inputlog is distinguished by its automatic analysis of writing actions such as pauses and revisions, along with its range of additional analytical functions. It also seamlessly integrates with voice recognition and eye-tracking systems, making it the most widely used tool internationally, which enhances its versatility. This paper aims to advance the use of Inputlog in domestic writing research by addressing development issues specific to the Korean language and by presenting the features and application of the Korean beta version as part of a research project to develop the Korean version of Inputlog.

<Key words> writing research, research methodology, writing process, keystroke logging, digital writing