

필기 한글 문자의 오프라인 인식에 관한 사례 연구

*김수형¹, 정선희², 오일석¹

¹전남대학교 진산학과, ²전북대학교 컴퓨터학과

A Survey on the Off-line Recognition of Handwritten Korean Characters

S. H. Kim¹, S. W. Jeong², I. S. Oh¹

¹Department of Computer Science, Chonnam National University

²Department of Computer Science, Chonbuk National University

요약

본 논문에서는 필기 한글 문자의 오프라인 인식 기술에 관련하여 최근 5년 동안 발표된 연구 사례를 종합하여 향후의 연구자들이 연구 방향을 설정하고 방법론을 개발하는데 도움이 되도록 함은 물론, 당 분야 연구의 발전 방향을 모색하고자 한다. 사례 조사의 범위는 필기 한글 문자 인식에 관련된 문자 데이터베이스, 낱자 인식, 단어 인식의 세 가지 핵심 요소 기술로만 국한하였으며 이들 각각에 대한 향후 연구의 방향을 제시하였다.

1. 서론

필기 한글 문자의 오프라인 인식이란 스캐닝된 문서상에 존재하는 필기 한글 문자를 자동으로 인지하는 기술을 의미하며, 진표처리 자동화, 우편물 자동분류, 팩스 배달, 진지도서 판 구축 등에 응용할 수 있다.

한글이나 한자처럼 문자 부류의 개수가 많은 경우에 대한 광범위 문자 인식은 매우 어려운 문제이다. 이는 동일한 문자에 대한 다양한 필체들 간의 변화를 흡수해야 하고, 또한 유사한 모양을 갖는 다른 문자들 간의 변별력을 높여야 하는 두 가지의 상충된 문제를 동시에 해결해야 하기 때문이다. 한글의 경우, 24 종의 자모를 사용하여 최대 11,172 종의 문자를 형성하는 관계로 한자에 비해 유사한 모양을 갖는 패턴의 종류가 훨씬 많다. 이러한 문제점으로 인해 지난 수십년 동안 당 분야에 대한 많은 연구[1]에도 불구하고 현재까지 실제 응용 분야에 실용화될 수 있을 만큼 우수한 성능을 보유한 인식 기술은 없는 실정이다.

본 논문에서는 필기 한글 문자의 오프라인 인식 기술에 관련하여 1994년부터 1998년까지 최근 5년 동안 발표된 연구 사례를 종합하여(1993년 이전까지의 연구는 참고문헌[1] 참조) 향후의 연구자들이 연구 방향을 설정하고 방법론을 개발하는데 도움이 되도록 함은 물론, 당 분야 연구의 발전 방향을 모색하고자 한다. 사례 조사의 범위는 필기 한글 문자 인식과 관련된 문자 데이터베이스, 낱자 인식, 단어 인식의 세 가지 핵심 요소 기술로만 국한하였다.

2. 문자 데이터베이스

필기 한글 문자 데이터베이스로는 1992년에 전자통신연구소(ETRI)의 지원으로 포항공대에서 구축된 PE92[2]의 시스템공학연구소(SERI)의 지원으로 1995년부터 1997년까지 고려대에 서 구축된 KU-1[3] 등이 있으며 김진경[4], 코태=시 등 손서 인식 관련 제보를 개발하여 '국민력에서 자체적으로 구축된 것들이 있다' 이윤웅, P122, KU-1 및 삼성전자 데이터베이스의 사안을 표1에 요약하였다.

지금까지 구축된 데이터베이스의 상충점은 한국 표준(KS(-5601)의 완성형 한글 2,350종의 문자를 수집 대상으로 하여 다수의 필기사로 하여금 일정한 크기의 문자 박스에 기입하게 하여 구축하였다는 점이다. 이와 같이 제한된 여건에서 구축된 데이터가 필기 문자의 다양성을 충분히 대변하는 샘플이 될 수 있는지는 통계학적인 관점에서 의문의 여지가 남

이 있다. 따라서 실제 환경에서 발생하는 대량의 필기 문자로 데이터베이스를 구축하되 수집된 문자들이 각 문자 부류에 대하여 골고루 분포하도록 하는 것은 향후 연구로서 누군가 해야 할 중요한 작업이다.

필기 문자 데이터베이스는 문자 인식 기법을 개발하여 훈련하고 그 성능을 평가하는 기준으로 유용하게 사용될 수 있으며 가급적 데이터의 양이 많을수록 바람직하다. 현재까지 구축된 데이터베이스는 문자 인식의 측면에서 그 양이 충분하지는 않음에도 불구하고 이들 데이터베이스를 충분히 활용하여 연구 결과를 발표하는 사례는 많지 않다. 그 이유 중 하나는 국가 연구소의 지원으로 구축된 데이터베이스조차도 일반 연구자가 사용하기 어렵다는 점이며 이를 개선하기 위한 국가적 차원의 노력이 필요하다고 판단된다.

3. 낱자 인식 기법

지금까지 발표된 필기 한글 문자 인식 기법들은 다음과 같은 네 가지 형태로 크게 분류할 수 있다. 즉, 한글의 제자 원리에 입각하여 입력 문자를 자소 단위로 분리하여 인식하는 방식[5, 6, 7], 최대 2,350개 부류를 대상으로 대분류 및 상세분류를 통해 인식하는 계층적 인식 기법[8, 9, 10, 11, 12, 13], 문자 영상을 구성하는 획들의 직선 순서를 추정하여 기존의 온라인 인식기에 적용하는 방식[14, 16] 및 구조적 인식 기법[17]의 네 가지 중 하나로 구분될 수 있다. 본 절에 간략히 소개되는 각 기법의 인식 성능이 표2에 요약되어 있다.

[5]는 자소 단위의 상향식(bottom-up) 인식 기법을 제안하였다. 즉, 하나의 한글 문자는 지움 및 보충의 조합으로 구성되고 각각의 자소는 하나 이상의 획으로 표현된다는 사실에 입각하여, 문자를 인식할 때 입력 문자로부터 먼저 기본 획을 찾아내고, 통계적 모델을 사용하여 이들을 지소 및 문자 단위로 조합하는 방식을 채택한다. 이 같은 방식을 적용하기 위해 입력 문자의 획을 세선화 등의 과정을 통해 그래프(속성 그래프) 형태로 변환하며, 인식은 위기 11년 역시 그래프(계층적 그래프)도 표현된다. 기존 단위 인식을 채택하는 기법들이 기본적으로는 11,172종의 모(한)글 문자를 인식할 수 있지만, 여러 종류 분지(multi-lingual) 인식으로의 확장이 어려울 수 있고 세선화 연산에 의한 왜곡, 망각 영상 처리에 따른 시간 지연 등의 문제가 있을 수 있다.

[6]도 자소 단위 인식 기법으로서 먼저, 입력영상을 자소보다 작은 조각들로 나누고 이들 조각을 자소 및 문자 단위로 조합하는 방식으로 인식한다. 여기서 자소의 조합을 찾기

표 1 필기 한글 문자 데이터베이스 사양

	제작년도	문자수	벌수	문자 형성			저장 용량 (byte)	읽기지 수(명)
				원본box (mm)	공간 해상도(dpi)	색상 해상도		
PE92	1992	2,350	100	9×9	300	256	16G	554
KU-1	1997	1,500	1,000	9×9	300	256	16G	1,000 이상
심성전자	1994	2,350	157	8×7	240	2	250M	157

위해 신경망 인식기를 채택하였고, 자소 인식 결과를 조합하여 문자를 구성하기 위해 제약조건 만족 그래프를 사용하였다. 이 방법은 입력 문자 내의 획들을 자소 보다 작은 단위로 분해할 수 있다는 사실을 전제하고 있지만 이러한 분해를 가능하게 해주는 방법은 아직까지 개발되지 않았으며, 현재의 기법은 이러한 전제가 만족되도록 하기 위해 입력 문자가 자소간에 접촉되지 않도록 작성되어야 한다는 제약을 갖고 구현되어 있다. 또한, 문자를 구성하는 조각들의 순서를 정하는 문제도 체계적인 접근이 필요할 것으로 판단된다.

[7]은 사람의 인식 과정에 대한 심리학적 연구를 토대로 문자 단위 인식과 자소 단위 인식을 결합한 형태의 인식 기법을 제안하였다. 두 단계로 구성되는 알고리즘의 첫 번째 단계에서는 문자 영상 전체로부터 추출한 특징을 다중 신경망에 피당하여 입력 문자를 한글의 6가지 유형 중 하나로 분류한다. 두 번째 단계에서는 앞서 분류된 유형에 따라 각 자소의 영역을 탐색해 가면서 각 자소에 대한 신경망 인식결과를 조합하여 문자 인식 결과를 출력한다. 인지 과학적 연구 결과에 바탕을 둔 접근법으로서 향후 지속적으로 개선될 수 있는 방법이지만 인식 시간이 너무 많이 소요(52초/자)된다는 단점을 극복해야 한다.

[8, 9]는 전표에 자주 사용되는 한글 574자를 대상으로 하여 최소거리 분류법에 기반한 대분류와 신경망을 이용한 상세 분류로 구성되는 두 가지 인식 기법을 제안하였다. [8]은 대분류의 결과로 7자 내외로 구성되는 문자군을 출력하고 이들 문자군에 해당하는 신경망을 선택하여 상세분류하는 반면, [9]는 대분류의 결과로 얻어진 후보 문자들의 순위를 신경망을 채택한 쌍별(pairwise) 인식기를 통해 재정렬하는 방식으로 상세분류한다. 이들 두 가지 기법은 비교적 대용량의 문자 데이터를 사용하여 훈련되었으나 실제 제품화되어 사용된 바 있지만, 인식 대상이 한정되어 있고 인식기를 훈련하기 위한 노력이 방대하다는 문제점을 갖고 있다.

[10]은 짓기순 한글 520자를 대상으로 은닉마르코프모델(HMM)을 이용한 인식 기법을 제안하였다. 입력 문자로부터 네 가지 종류의 특징을 추출한 후, 이들 특징을 각 부류별로 훈련된 네 개의 HMM 각각에 제공하여 여기서 얻어진 인식결과를 선형 결합한 값을 바탕으로 최종적으로 인식한다. 일반적으로 시계열 패턴의 인식에 적합하다고 알려진 HMM을 오프라인 문자 인식에 적용해 보았다는 점이 특기할 만한 사항이지만, 대분류 단계를 통해 인식 대상 후보 부류의 수를 제한했음에도 불구하고 과도한 수행시간(69초/자)이 요구된다는 문제점이 있다.

[11]은 2카운 영상으로 표현되는 문자 패턴의 인식에 적합하다고 알려져 있는 은닉마르코프 메쉬랜덤필드(HMMRF)를 사용한 인식 방법을 제안하였다. 여기서도 각 부류별로 하나의 모형을 훈련해 두고 입력 문자로부터 추출된 관측 심플에 대한 최대 경도 확률을 출력하는 모델을 탐색한다. HMM을 이용한 다른 기법들과 마찬가지로 추정해야 할 모수의 수가 많이 많은 양의 데이터가 사용해야 하고, 과도한 인식 시간이 소요되는 등의 단점을 극복할 수 있는 방법이 향후 지속적으로 연구되어야 할 것으로 판단된다.

[12]는 짓기순 한글 520자를 대상으로 하여 정서로만 된 한글을 은닉마르코프모델(HMM)을 이용하여 인식하는 기법을 제안하였다. 각각의 부류에 하나의 HMM을 훈련하고 입력 문자를 퍼지 절성 규칙을 사용하여 6 가지 한글 유형 중 하나로 분류함으로써 매칭의 대상이 되는 모델의 수를 감소시키기는 하지만 과도한 수행시간이 필요할 것으로 판단되며, PE92나 KU-1 등의 잘 알려진 데이터베이스를 사

용하여 타 기법과의 상대적인 성능 평가가 요구된다.

[13]은 대분류와 상세분류로 구성되는 통계적 인식기법을 제안하였다. 입력 문자에 대해 먼저 미선형 횡대 정규화를 수행한 후, 미리 훈련된 세 가지 종류의 표준패턴을 기준으로 최소거리 분류법에 기반한 3단계 대분류를 수행하여 인식 대상 부류의 수를 20~50개 내외로 감소시킨다. 상세분류에서는 20~50개 문자 부류 각각에 대한 표준패턴과 입력 문자를 결합하고, 입력 패턴에 국부적 선형변환을 반복적으로 적용하여 표준패턴과의 정도가 국부적 최소값으로 수렴하도록 한 후, 이들 중 최적의 결과를 인식한다. 이 기법은 필기 패턴의 다양성을 흡수하기 위한 효과적인 반복적 정합 방식을 제시하고 있지만, 표준패턴을 적절히 선택해야 하고, 군집화에 의존하는 대분류 때문에 인식 대상이 동적으로 변화하는 환경에 효과적으로 대처하기 어렵다는 등의 문제점이 해결되어야 할 것으로 판단된다.

[14, 16]은 온라인 문자 인식이 오프라인 인식에 비해 문제의 복잡도가 낮아 그 성능이 우수함에 착안하여 오프라인 정보(문자 영상)로부터 온라인 정보(획의 개적)를 추출한 후, 이 정보를 기존의 온라인 인식기에 입력하는 방식을 채택하고 있다. [14]는 문자 영상으로부터 획의 개적 정보를 추출하기 위해 입력 문자를 자소 단위로 분할하고, 각각의 자소 내에서 분리된 획을 합성한 후, 세션과 파경을 거쳐 단일 화소 두께로 변환하고, 7 가지의 경험적 규칙(heuristic rules)을 적용한다. 이렇게 추출된 최소 정보를 한국과학기술원에서 개발한 한글 온라인 인식기인 BongNet[15]에 입력하게 된다. 이 방법에서는 문자 내에서 검출된 자소의 분리 방법을 개선하고, 본 접근법에 적합한 데이터에 의한 온라인 인식기의 훈련 등이 향후 계속 연구될 예정이다.

[16]은 문자 영상으로부터 획의 개적 정보를 추출하기 위해 입력 문자를 세션화하여 끝지, 교차점 등의 특징점을 추출하고 수직 모음을 분리한 후, 300개의 규칙을 사용하여 28가지 종류의 기본획(primitive stroke)을 추출한다. 이들 기본획간의 위치 관계를 판별하여 기본획들의 작성 순서를 추정한다. 개발된 이 방법은 문자 내에서 많은 양의 데이터를 사용하여 이 기법의 우수성을 입증하였지만, PE92나 KU-1 등의 잘 알려진 데이터베이스를 사용하여 타 기법과의 상대적인 성능 평가가 요구된다.

[17]은 그래프를 이용한 구조적 인식기법으로서, 입력 문자를 그래프 형태로 변환한 후 각 문자 부류별, 획수별로 설계된 그래프 모델과 매칭하는 방법이다. 입력 문자를 그래프로 변환하기 위해 먼저 세션화를 수행한 후, 안격선을 중심으로 인정한 간격의 조각(chunk)을 생성하고, 이들 조각들이 가지는 속성을 기준으로 획을 추출하여 이들 간의 관계를 그래프로 표현한다. 하나의 문자 부류에 대한 모델 그래프는 획수에 따라 별도로 구성되는데, 하나의 그래프 모델로 획간의 관계에 따른 여러 형태의 문자 패턴들을 모델링하게 된다. 이러한 모델 구성 방식은 훈련 문자 집합에 존재하지 않았던 새로운 구조의 문자는 인식할 수 없다는 문제점을 가지고 있다.

4. 단어 인식 기법

단어 인식을 위한 전략은 크게 두 가지로 구분될 수 있다. 첫 번째 전략은 단어를 구성하는 각각의 문자를 분리한 후 개별 문자를 인식하는 낱자 단위 인식이고, 두 번째는 단어 전체를 하나의 패턴으로 간주하여 전체적으로(holistic) 인식하는 단어 단위 인식 전략이다. 필기 한글 인식에서는 부류의 방대함과 필기 패턴의 다양성 때문에 이러한 방법을 사용하여 우수

한 단어 인식 성능을 얻기는 어렵다 따라서 현존하는 대부분의 단어 인식에 관한 연구는 인식 대상을 주소를 구성하는 단어로만 국한하고, 단어를 구성하는 각각의 문자를 분리하여 개별 문자를 인식한 후, 사전을 사용하여 후처리하는 방식을 채택하고 있다[18, 19, 20, 21].

현존하는 단어 인식에 관한 연구들은 우리 나라 행정 구역 체계를 기반으로 계층적 행정 구역 사전을 구축하고 이를 이용하여 입력 단어와 정합 대상이 되는 어휘의 수를 제한함으로써 인식의 속도와 인식률을 높이고자 하였다. [19, 20, 21]에서는 최소거리 분류법을 사용하여 얻어진 낱자 단위 인식결과를 바탕으로 사전상의 어휘와의 정합 결과를 계산하여 단어 인식을 수행하는 반면, [18]에서는 자소별로 인식한 낱자 단위 인식결과를 사용하여 단어 인식을 수행한다. 이들 각 방법의 성능을 객관적으로 비교할 수는 없지만, [19]에서는 10인이 무작위로 작성한 150개의 주소 데이터를 인식한 결과 97%의 단어별 인식률을 보였으며, [20]은 PE92 상의 문자 패턴을 이용하여 인공적으로 구성된 주소열에 대하여 90%의 인식률을 보였으며, [21]은 전표상에 작성된 1,107개의 주소열에 대하여 93.5%의 인식률을 보였다.

이들 방법이 공통적으로 가지고 있는 문제점은 입력된 주소열이 각 행정 구역명에 따라 잘 분리되어야 할뿐 아니라, 분리된 각 행정 구역명을 나타내고 있는 단어 또한 낱자 단위로 분리가 정확하게 된다는 가정 하에서 위의 방법들이 적용될 수 있다는 점이다. 즉, 문자간 접촉이 없거나[18, 19], 위의 가정을 만족하는 인공적인 입력을 사용하거나[18, 20], 워드 문자를 인정한 둘에 맞추어 작성하게 하는[21] 등의 비현실적인 가정을 기반으로 하고 있다. 이러한 제약을 극복하기 위한 해결방안으로는 첫째, 입력된 단어를 문자 단위로 정확하게 분리할 수 있는 문자분리 기법을 개발하거나 둘째, 문자분리의 결과에 덜 의존하는 단어 인식 방법에 관한 연구, 예를 들면 입력 단어를 over-segment한 후 동적 프로그래밍 기법이나 HMM을 적용하여 단어를 인식하는 방법을 고려해 볼 수 있다 또한, 소규모의 사전을 사용하는 경우에는 단어 전체를 하나의 패턴으로 간주하여 사전 내의 어휘와 직접 결합(holistic matching)하는 단어 단위 인식에 관한 연구가 효과적으로 적용될 수 있다

5. 결론

본 논문에서는 지금까지 발표된 필기 한글 문자 데이터베이스, 낱자 인식 기법 및 단어 인식 기법에 관한 사례를 소개하였다 조사된 새가기 분야 모두 향후 많은 연구를 필요로 하고 있는데, 필기 문자 데이터베이스의 경우 필기 문자의 다양성을 충분히 대변하는 대량의 문자를 구축하는 작업, 기존에 구축된 문자 데이터베이스의 효과적인 활용 등에 관한 추가의 노력이 필요할 것으로 판단된다 낱자 인식의 경우 제안된 각 방법의 문제점을 극복하여 근본적으로는 원형형 한글 2,350자 전체를 대상으로 인식할 수 있으면서 인식 대상의 변화에 동적으로 대처할 수 있고, 혼용 문자 인식으로의 확장 가능성이 높을 뿐 아니라 후처리를 고려한 인식 결과 출력 등과 같은 바람직한 특성을 보유한 고성능의 인식 기법으로 발전시켜야 할 것이다 단어 인식의 경우, 문자분리, 낱자인식, 후처리 등 관련된 기술을 유기적으로 통합하거나 단어 전체를 하나의 패턴으로 간주하여 전체적으로 인식하는 단어 단위 인식에 관한 연구가 모색되어야 할 것으로 판단된다

본 논문의 향후 연구로는 사 분야별 연구 결과를 방법론, 처리단계 등에 따라 체계적으로 분류하고 각 분야의 발전 방향을 구체적으로 도출하는 것이다

참고문헌

[1] 이성현, 박희선, 한글 인식의 시계 연구 최근 5년간의 연구 결과를 중심으로, 제1회 문자인식워크샵 발표논문집, pp3-46, 1993
 [2] 김태환, 방승양, 한글 필기체 영상 데이터베이스 PE92의 소개, 제1회 한글 및 한국어 정보처리 학술발표 논문집, pp567-575, 1992

[3] 김대인, 김상엽, 이성현, 내용량 오프라인 한글 글씨 영상 데이터베이스 KU-1의 설계 및 구축, 제9회 한글 및 한국어정보처리 학술발표 논문집, pp.152-159, 1997
 [4] 도정일, 김수형 외 8명, 직용형 분자 인식 시스템 개발 과제 원료 보고서, 연구보고서, 삼성종합기술원, 1994
 [5] H.Y. Kim and J.H Kim, Handwritten Korean character recognition based on hierarchical random graph modeling, Proc. 6th IWFHR, pp577-586, 1998
 [6] 황영섭, 제약조건 만족 그래프를 이용한 필기 한글인식, 박사학위논문, 포항공과대학, 1997
 [7] 김은진, 인간의 한글 지각 처리에 근거한 한글 인식 방법에 관한 연구, 박사학위논문, 연세대학교, 1997.
 [8] 김수형, 도정일, 김춘호, 이상규, 통계적 군집화 및 신경망 기법을 이용한 필기체 문자의 오프라인 인식, 제2회 문자인식워크샵 발표논문집, 서울, pp133-142, 1994
 [9] 김수형, 대용량 필기 문자인식을 위한 최소거리 분류법의 성능 개선 전략, 정보처리논문지, 제5권 제9호, 1998 (게재예정)
 [10] H.S and S.W Lee, Off-line recognition of large-set handwritten characters with multiple hidden Markov models, Pattern Recognition, 29(2), pp231-244, 1996.
 [11] 박희선, 은근 마드코프 매치 패턴 필드 이론 및 필기체 문자 인식에의 응용, 박사학위논문, 충북대학교, 1996
 [12] W.S Kim and R.H Park, Off-line recognition of handwritten Korean and alphanumeric characters using hidden Markov models, Pattern Recognition, 29(5), pp845-858, 1996
 [13] J.S Park and S.W Lee, Adaptive nonlinear shape matching for unconstrained handwritten character recognition, Pattern Recognition, 28(8), pp1223-1235, 1995
 [14] H Kwak and K Chung, Recovery of temporal information from static images of Hangul handwriting based on its structural information, Proc 6th IWFHR, pp527-536, 1998
 [15] J.O Kwon, B.K Shin and J.H. Kim, Recognition of on-line cursive Korean characters combining statistical and structural methods, Pattern Recognition, 30(8), pp1255-1263, 1997
 [16] H.J. Kim and P.K Kim, Recognition of off-line handwritten Korean characters, Pattern Recognition, 29(2), pp245-254, 1996
 [17] 강민오, 조형재, 음성 그래프를 이용한 오프라인 필기체 한글 인식, 한국정보과학회 1997년 봄 학술 발표 논문집(B), pp. 525-528, 1997
 [18] 원유현, 표창수, 임경수, 필기 한글 주소 인식을 위한 오류 후처리 방법, 1993년도 정보과학회 봄 학술발표논문집, pp829-832, 1993
 [19] 이성현, 김은순, 주소 및 성명에서의 한글인식을 위한 효율적인 오인식 교정 알고리즘, 정보과학회논문지, 제20권 제5호, pp729-738, 1993
 [20] 권진욱, 이관용, 문해란, 이일범, 한글 주소 인식 시스템, 1997년도 정보과학회 봄 학술발표논문집, pp529-532, 1997
 [21] 김수형, 최소거리분류 및 시간기반 후처리의 강결합에 의한 필기 한글 주소열의 인식, 정보과학회 논문지(B), 제25권 제8호, 1998 (게재 예정)

표2 필기 한글 문자 인식 기법의 성능 비교

	DB	인식대상 문자수	훈련문자수 (패턴/부류)	시험문자수 (패턴/부류)	인식률 (%)	수행속도 (지/초)
[5]	PE92	2,350	수작업	10	71.0	0.5-2.0
[13]	PE92	2,350	23	6	70.3	-
		520	23	6	81.5	-
[7]	PE92	825	70	20	78.8	0.02
[8]	PE92	574	70	30	82.1	2.0-4.0
[9]	PE92	574	67	33	86.0	15.0
[14]	PE92	2,350	BongNet	20	75.3	-
[17]	PE92	2,350	23	6	86.0	-
[11]	KU 1	520	300	200	79.1	5.9
[5]	KU 1	520	200	25	89.1	0.5-2.0
[10]	private	520	100	50	91.6	0.14
[6]	private	520	30	20	85.7	-
[16]	private	1,000	우라인	365	94.4	-
[12]	private	520	-	5	67.3-86.5	-