The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)
Vol. 5, No. 2, pp.111-116, May 31, 2019. pISSN 2384-0358, eISSN 2384-0366

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2019.5.2.111
JCCT 2019-5-14

찰스 바비지의 계산기관에서 인간, 기계, 생각의 관계성

The Relationships among Human, Machine, and Thought in Charles Babbage's Calculating Engines

임 산

Shan Lim

요 약 본고는 인간과 기계의 존재론적 위상의 변화를 일으킨 '생각하는 기계' 등장의 역사적 형성 배경을 검토한다. 특히 영국인 수학자 찰스 바비지의 계산기관을 '생각하는 기계'의 시원으로 설정하고, '생각'이 인간의 능력이 아니라 기계의 기능으로 전환되는 과정에 초점을 둔다. 이를 위해 제2장에서는 인간의 육체와 정신의 실체를 분리하고 기계 지성의 가능성을 거부하는 데카르트의 이원론을 검토한다. 제3장에서는 데카르트의 인간과 기계의 본원적인 대립을 기각함으로써 생각과 연관되는 인간의 '기능'을 강조하는 찰스 바비지의 철학적 주장을 검토한다. 이런 과정을 통해 본고는 바비지의 '생각하는 기계'의 개념화가 필연적으로 인간 정체성에 연루된 개념들의 재조직화와 재구성을 수반할 수밖에 없음을 확인하고, 동시대 인공지능 테크놀로지의 변화에 대한 새로운 관점을 사유하게 하는 재료를 제안한다.

주요어 : 찰스 바비지, 계산기관, 차분기관, 해석기관

Abstract This paper considers the historical background of the emergence of 'thinking-machine,' that has changed the ontological statue of human and machine. In particular, British mathematician Charles Babbage's Calculating Engines is examined as a material iteration of thinking-machine, focusing on the discursive process by which thought is not the faculty of human, but the function of machine. In Chapter II, I review the dualism of René Descartes who denied the possibility of machine intelligence by separating the substance of body and mind. In Chapter III, Babbage's philosophical assertions which emphasized the function of human associated with thought by rejecting the fundamental opposition between human and machine. Therefore, this paper verifies that the conception of 'thinking-machine' essentially causes the reorganization and reformulation of concepts involved with human identity, and provides the sophisticated sources to prepare new perspective on the artificial technology nowadays.

Key words : Charles Babbage, Calculating Engine, Difference Engine, Analytical Engine

Ⅰ. 들어가며

최근 인공지능(Artificial Intelligence) 테크놀로지의 실용화와 대중화가 빠른 속도로 진행되면서 우리의 일상생활에는 '생각하는 기계'가 다양한 모습으로 출현하고 있다.[1] 인간이 기계보다 우위에 있다는 결정적인 이유들 가운데 하나였던 '사유'의 능력은 이제 인간만의 영역에 있지 않다. 인간과 기계의 구성 개념들이 각자

*정회원, 동덕여자대학교 큐레이터학과
접수일: 2019년 3월 6일, 수정완료일: 2019년 3월 28일
게재확정일: 2019년 4월 21일

Received: March 06, 2019 / Revised: March 28, 2019
Accepted: April 21, 2019
*Corresponding Author: slim2013@dongduk.ac.kr
Dept. of Curatorial Studies, Dongduk Womens Univ, Korea

의 정체성의 경계들을 가로지르는 이러한 변화는 인간과 기계 모두의 개념들을 변형하고 흔들고 있다.

이에 본고는 인간과 기계의 존재론적 위상의 변화를 야기한 '생각하는 기계' 등장의 역사적 형성 배경을 검토하고자 한다. 특히 영국인 수학자 찰스 바비지(Charles Babbage)의 '계산기관(Calculating Engine)'를 '생각하는 기계'의 시원으로서 검증하고, 사유가 인간의 능력이 아니라 기계의 '기능'으로 전환되는 과정에 초점을 두고자 한다. 이를 통해 현대 사회에서 그 쓰임과 역할이 더욱 커져가는 '생각하는 기계'로서의 인공지능에 대한 인문학적 안목의 깊이를 더할 수 있을 것이다.

II. 데카르트의 이원론

찰스 바비지가 평생에 걸쳐 창안한 '계산기관'은 그에게 '컴퓨터의 아버지'라는 호칭을 붙여준 성과물이다. 바비지의 '계산기관'에는 '차분기관(Difference Engine)'과 '해석기관(Analytical Engine)'이 속한다. 이것들은 1820년대부터 제작되었으며, 제2차 세계대전 이후 급격한 발전을 이루는 컴퓨터 생산의 모태가 되었다. 물론 바비지의 계산기관은 산업혁명의 시대에 인간 노동의 비효율성을 극복하기 위한 기계로서 출발하였지만[2], 궁극적으로는 인간의 '생각하는' 정신적 노동을 기계로 확장하였다는 점에서 인간과 기계 사이의 본질적 차이와 동질성에 대한 철학적 논의를 함의한다고 할 수 있다.

인간의 개념, 그리고 기계와 대조되는 그것의 정체성의 의미는 근대 이성주의 철학자 르네 데카르트(René Descartes)로부터 검증할 수 있다. 데카르트의 연구는 스콜라주의의 담론 내에서(혹은 그것에 저항하여) 진행되었으며, 인간과 기계의 개념을 다룬 강력한 이원론(dualism)으로 모아진다. 데카르트에게 인간은 언어, 이성, 의지, 지성 등의 기능들을 포괄하는 스스로의 구성요소들 사이의 상호작용과 정체성 문제를 내재한 존재이다. 반면 기계는 자동적이고 정신이 부재하고 결정론적인 것으로 규정된다. 이렇게 인간과 기계는 스스로의 '기능'으로 표현된다. 인간과 기계의 대립을 개념화한 데카르트의 시도는 본질적인 것보다는 우연적인 요소들 사이의 기능적 관계성을 우선 사유하게 하는 효과가 있다. 게다가 기계가 스스로 사유할 수 있는 기능을 가진다는 가능성을 부정하였다는 점에서, 데카르트는 바비지의 실질적인 '생각하는 기계'의 등장과 더불어 사유할 개념들의 단초를 생산한 인물이라 할 수 있다.

데카르트는 인간의 육체와 정신의 실체를 분리한다. 그의 형이상학적 이원론은 그의 이름과 동의어로 쓰일 정도로 그의 사상을 특징 짓는다[3]. 이는 인간 정체성이 물질을 초월한다는 관점의 기초가 되었고, 인간을 야수나 자동기계(automata)와 범주적으로 구별했다. 데카르트의 형이상학에 대한 흥미로운 독해는 그가 '기능'의 관점에서 고안한 존재론적 도식의 방식에서 발견된다. 즉 정신과 육체의 존재론적 구별과 연결된다. 이는 인간의 궁극의 유일한 '기능'을 '생각'이라고 정의하기에 이르고, 기계장치(mechanism)에 의해 빼앗길 수 있는 인간의 기능 역시 '생각'이라는 주장으로 모아진다.

그러므로 데카르트에 의해 기계 지성의 가능성은 거부된다. 생각은 우연성(contingency)으로, 기계장치는 결정성으로 연결짓는 이러한 데카르트의 생각은 동물과 인간 육체 모두 기능적이고 그런 점에서 존재론적으로는 기계와 동등할 수 있다는 전제를 만든다. 또한 생각(정신이나 지성, 의지, 영혼, 이성 등으로 표현될 수 있는)은 비결정성의 기능일 수 있고, 이런 이유들로 인하여 인간 정체성(즉 동물과 기계의 정체성 모두로부터 구별되는)의 '존재론적' 본질은 곧 생각의 '기능'이 된다. 이렇게 실체와 기능을 서로 연관 짓는 데카르트주의의 정체성 논의는 사이버네틱스(Cybernetics), 복합성(complexity), 포스트휴먼(posthuman) 담론에서 다시 활성화된다.

데카르트에게 인간 육체는 기능적이며, 존재론적으로 기계와 상응한다. 인간 정체성은 육체 내에 위치할 수가 없다. 그러면 필연적으로 뉴턴과 갈릴레오의 기계적 우주로부터 구별되는 무엇으로 인간을 규정하게 된다[4]. 반면 육체는 과학적 탐구의 정당한 대상으로 간주된다. 데카르트에게 기계는 곧 자연이기 때문이다. 이에 따라 데카르트는 모든 비이성적인 인간의 활동을 기계장치적인, 동물적인 육체에서 기인한다고 본다. 인간 육체와 동물의 육체, 그리고 자동기계는 '생각'을 하지 않기 때문에 인간 존재는 기계와 구별되는 '생각'의 실체이다. 즉 '생각'의 '행위'는 인간을 규정하고, 그 행위의 결핍은 모든 인간 육체들을 기계와 등가로 다루게 만든다.

데카르는 인간 육체가 기계와 닮지는 않았더라도, 기계와 같은 종류라고 주장한다. 다시 말해, 육체의 결정론적 기능은 정신의 우연적 기능과는 상반되며, 인간의 정체성은 생각이나 의지, 정신의 우연성 내에서 형성된

다는 것이다. 육체의 기계장치로서의 본질을 강조함으로써 그는 "모든 육체의 기관들이 어떤 움직임을 위해 적절하게 배치될 때, 육체는 그 움직임을 생산하기 위해 영혼을 필요로 하지 않는다"[5]고 말한다. 그렇다면 육체와 기계에 대한 데카르트의 개념들은 결정성의 구성 개념을 포괄하고 그 둘은 분간하기 어려운 곳에서 응축된다고 볼 수 있다. 이에 따라 인간 존재들이 동물들로부터 필연적으로 구별될 수 있는 근거는 그들의 육체에 의해서가 아니다. 동물 육체와 인간 육체 모두 기계의 기능적이고 존재론적인 위상을 공유한다. 그러므로 이러한 육체-기계는, 마치 시계처럼, 스스로의 구성에 따라 결정론적으로 기능한다.

데카르트는 『방법서설(Discourse on the Method)』의 제1부에서, 정신 혹은 이성을 "우리를 인간으로 만들고, 우리를 야수와 구별시키는 유일한 것"[6]이라고 기술한 바 있다. 이렇게 동물, 인간 육체, 자동기계 등의 기능적이고 존재론적인 등가에 대한 데카르트의 믿음은, 인간이 비기계적이면서도 비동물적이라고 말할 수 있게 한다. 즉 인간 영혼(인간 존재)은 생각의 비육체적 기능이다. 인간 존재의 정체성이 생각하는 능력에 달려있기 때문에, "어떠한 행위도 이성에 기반하지 않는다면 인간으로 간주될 수 없다"[7]는 명제로 이어진다.

생각과 이성을 인간 정체성과 연관 짓는 것은 바비지의 계산기관을 통해 등장하는 '생각하는 기계'라는 주제를 둘러싼 담론적 장을 생산한다. 다시 말해, 데카르트는 생각을 기계장치의 기능이 아닌 궁극의 인간의 기능으로서 규정한다. 우리는 데카르트 이론에서 영혼, 정신, 이성, 생각, 인간 정체성 사이의 관계들을 이해할 필요가 있다. "동물이 생각할 수 있는가?"라는 질문에 대한 답에서, 데카르트는 "그들이 우리처럼 생각한다면, 동물은 우리와 같은 불사의 영혼을 가질 것이다"라고 말한 바 있다. 그는 영혼을 기능, 특히 '생각' 기능의 측면에서 사고하려고 하였다.

III. 찰스 바비지의 '생각하는 기계'

앞서 살펴보았듯이, 인간과 기계는 필연적으로 상반된다. 왜냐하면 인간은 생각의 기능을 수행할 수 있고, 반면에 기계는 그렇지 않기 때문이다. 그렇다면 바비지의 기계들 역시 그저 결정론적으로 기능하기 때문에 생각하지 못한다. 그런데 바비지에게 '생각' 기능의 법칙은 수학의 법칙처럼 표현된다. 그것은 해석기관의 천공카드 시스템을 거치거나, 계산기관 스스로를 구성하는 기계적 배열을 통해서 가능하다. 각각의 시스템은 바비지에게는 생각의 분석으로서 기능한다.

바비지가 만들었던 각종 계산기관들에 대한 여러 보고서와 연구 문헌들은 바비지의 '생각하는 기계'의 맥락에 담긴 인간 정체성의 불확실성을 담고 있다. 『아홉 번째 브릿지워터 논문집(Ninth Bridgewater Treatise)』[8]과 『철학자의 삶이 전한 문장들(Passages from the Life of a Philosopher)』[9]등의 저서들은 결정성과 우연성 사이에서 일어나는 유희의 역설에 대해 자기 의식적으로 논쟁하고 있다. 즉, 계산기관들을 기억이나 예견 같은 인간 사고의 프로세스의 관점에서 다룬다. 이곳에서 바비지는 데카르트처럼, 사고의 적합한 방법으로 여겨졌던 것과 정신의 자연적 기능 사이에 담론적 연결고리를 만든다. 즉 이성을 갖춘 인간, 지식을 갖춘 이성 개념은 자연법칙을 갖춘 지식, 정신을 갖춘 자연법칙과 만난다. 이에 따라 『문장들』에서는 다음과 같이 단언하기도 한다. "나의 모든 탐구의 위대한 목적은 인간이 발견할 수 있게 한 생각의 법칙들을 확인하려는 노력에 있다."(p.340.) 마치 데카르트의 후계자처럼, 바비지는 실험과 자기반성을 통해서 스스로의 이성과 실험 내에서만 발견 가능한 것들에 신뢰를 보냈다.

이러한 태도로서 바비지는 기계, 인간, 생각 그 자체를 포괄하는 개념의 성좌 내에서 상호적인 관계성을 유동화시키는 '생각하는 기계'의 가능성을 연구의 동기로 삼는다. 그의 차분기관은 바로 그러한 가능성의 이슈를 일으켰다. 바비지는 우연성을 인간과 연관 지었고, 계산과 기록의 과정에서 생기는 '인간 오류'를 제거하고자 했다. 그에게 우연성의 결과는 바로 인간의 '오류'이다. 기계는 우연적으로 일을 수행할 수 없다. 그렇다면, 데카르트식으로 보자면 '생각하는 기계'는 생각하지 못한다. 생각하는 기능은 계산과 기록의 과정에서 오류와 우연 모두를 야기한다. 그래서 바비지의 차분기관이 제안하고자 했던 것은 생각하는 기능으로부터 우연성을 제거하려는 계획과 마찬가지이다. 그리고 인간의 본질 혹은 정체성에 대한 소박한 데카르트주의적인 이해의 개념적 문제들을 제기한다.

바비지의 최초의 차분기관과 더불어, '생각하는 기계'라는 주제는 이성과 논리를 비(非)인간과 연관시키기

시작하면서, 이성 그 자체의 주제를 이동시켰다. 이는 우연성보다는 결정성을 알리려는 경향을 보였다. 가령, '계산' 개념은 결정성을 하나의 구성적 개념으로서 포함했다. '계산하는' 인간은 어떤 '따뜻한' 동감적인 정서적 동기가 아니라 '차가운' 사실에 기초하여 행동한다. 이렇게 데카르트주의의 도식의 반전을 통해, 이성은 인간을 의미하는 것을 그치고 자동화를 나타내게 되었다. 그러나 바비지는 우연성을 기계의 생각하는 프로세스에 도입하기 위한 연구를 계속했다.

물론 계산하는 기계 관념은 바비지에게서 처음 시작된 것은 아니었다. 라이프니츠(Leibniz)와 파스칼(Pascal)의 계산기는 이전의 장치들 가운데 가장 알려져 있다. 라이프니츠와 파스칼 모두 17세기에 기계적 계산기를 만들었으며, 이후 수많은 계산기관들이 만들어져 상업적으로 팔렸다. 그러나 그것들은 수학적 기능을 이해하는 인간 작동자의 개입을 필요로 하였고, 바비지가 상상한 그런 유형의 계산기관을 대신하는 기계 장치는 아니었다[10].

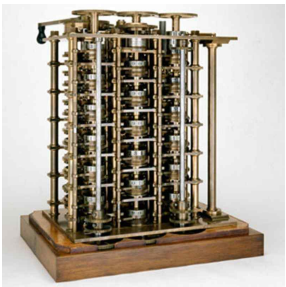

그림 1. 제1호 차분기관, 1832년
Figure 1. Difference Engines No.1, 1832

바비지가 제안하는 기계는 단순 산술뿐만 아니라, 인간 정신의 개입 없이도 항해와 보험운용에 사용할 수학 테이블에 필요한 복잡한 다항식을 해결할 수 있는 것이었다. 그뿐만 아니라 인간의 개입 없이 작동한다. 그의 시도는 인간을 우연성과 연결하고, 기계와 그것의 결정성 개념과 대조시킴으로써, 데카르트의 인간 개념을 재귀적으로 반복하였다. 동시에 기계와 인간이라는 주제는 외적으로는 각각 결정성과 우연성을 의미화하면서도, 기능이나 활동으로서의 대립적 상태를 흔들기 시작했다. 둘 모두 '생각'의 작동이란 점에서 이해될 수 있게 된 것이다.

계산에서의 '인간 오류' 문제에 대한 바비지의 첫 번째 해결책은 논리와 사고의 법칙에 토대를 두는 수학적인 방식이었다. 한 테이블에서 서로 별도로 각각의 수를 계산하는 기계를 고안하기보다는 오히려 어떤 다항방정식의 규칙성을 이용하였고, 그런 테이블의 "규칙"들을 따르도록 프로그램된 기계를 만드는 것이었다. 이미 오래전부터 알려진 '차분법'을 이용함으로써, 혹은 숫자들 사이의 차이를 통해 계산의 결과를 산출하거나, 혹은 이전의 결과치를 기억하거나, 혹은 오직 덧셈의 원리로서 복잡한 작동을 단순하게 신속하게 해결할 수 있는 복합적인 메커니즘을 구축하게 된다[11].

인간의 오류 문제에 대한 바비지의 두 번째 해결책은 인쇄 프로세스를 계산 기계들에 통합하는 것이었다. 그러면 최종 계산의 독립적인 확인은 최종 인쇄로 가능했다. 결국의 목적은 인쇄 프로세스를 계산 프로세스의 결정된 결과로 만드는 것이었고, 인간의 개입의 배제를 통해 전체적으로 '인간 오류'를 줄이는 데 있었다. 그에 따라 최초의 차분기관[그림 1]은 인간 육체의 물리적(기계적) 기능들뿐만 아니라 사고 혹은 이성의 인간 기능을 모방하고 향상시키는 의의를 지니게 된다. 인간과 오류 혹은 우연성 사이의 담론적인 연합은, 데카르트주의 도식 내에서, 인간으로부터 인간을(즉, 생각으로 표현되는 우연성을) 제거하는 것과 동등한 차분기관의 효과를 만들었다.

그리고 19세기 내내 '생각하는 기계' 이미지에 동반되었던 신비로움에 대한 걱정을 해명하기 시작했다. 이에 따라 인간 육체보다 더 빠르게 혹은 더 정확하게 기능할 수 있는 기계는 새롭지 않더라도, 인간 정신보다 더 정확하고 효율적으로 생각하는 기계는 새로울 뿐만 아니라 인간 정체성의 본질과 그것을 규정하는 생각 개념과의 관계에 관한 중요한 질문들을 야기했다. 인간과 기계의 구성 개념들을 구별해 내고 재편성하려는 새로운 문제는 19세기 미국에서 이어진 '생각하는 기계' 발명의 현상을 특징짓는다. 아울러 20세기에 도래하는 사이버네틱스와 인공지능의 영역을 예고하게 된다.

차분기관이 미리 결정된 규칙들에 따라 특정한 유형의 수학적 방정식을 계산하기 위함이었다면, 해석기관은 상호간의 근본적 관계들이 추상적인 작동의 원리들 사이의 관계들에 의해 표출될 수 있는 대상들을 포함하는 문제를 처리하기 위해 고안되었다. 바비지 자신은 해석기관에 대해서, "각각의 선택은 여러 조건들에 달

려있다"(『문장들』, p.101.)고 말하였다. 물론 선택은 우연성의 테두리 내에 있다. 우연성을 처리하는 기능적 능력은 데카르트에게는 정신의 힘이고, 자유 의지이고, 인간의 정수일 것이다. 반면 바비지에게 그것은 기계장치로서의 정신의 힘이다. 공학적 문제에 대한 해결책은 정신의 법칙들에서 발견될 수 있었고, 기억의 능력이 기계장치에서 작동하게 하게 하는 도전과 같다.

물론 기억은 생각의 한 유형이다. 바비지는 자신의 기관들을 생각의 기능을 수행하는 것으로, 즉 '생각하는 기계'로 기술한다. 그에게 계산의 규칙은 '생각의 법칙'이며, 계산기관들에 대한 이러한 개념화는 우연적으로 기능하는 그들 기관들의 역량을 암시한다. "기계장치가 또 다른 정신적 프로세스를, 즉 예견을 수행하도록 가르칠 수도 있다. 그 다음 단계는 예견하는 행동을 예견할 수 있도록 기계장치를 가르치는 것이다."(『문장들』, p.46.) 바비지의 이 말은 해석기관이 성취하고자 한 것이기도 하다. 그런데 중요한 것은, 바비지가 인간과 기계 사이의 본원적인 대립을 완전히 기각하고 오히려 생각과 연관되는 '인간' 기능들을 강조한다는 사실이다. 그러므로 차분기관과 해석기관 사이의 역동성은 결정적인 '생각의 법칙'과 관계하는 우연성의 문제에서 찾을 수 있다(『문장들』, p.340.)

데카르트처럼, 바비지는 마치 시계처럼 고정되고 결정된 법칙들에 따라 작동하는 자연 세계를 상상하였다. 그러나 그러한 법칙들을 향한 바비지의 개념화는 데카르트와 아주 다른 점이 있다. 그것은 규칙들이 우연성의 원칙들과 협력한다는 것이다. 우연성과 결정성이 서로 대립하지 않고 상호 의존적이고 상호 창조적 힘을 지니고 있다는 바비지의 이해는 이후 과학담론의 진화에서 중요한 의미를 지닌다. 바비지는 데카르트, 갈릴레오, 뉴턴으로부터 전해 온 개념적 틀 내에서 벗어날 수는 없었지만, 그럼에도 불구하고 그는 개방된, 자기조직적인, 혹은 복합적인 시스템 등의 개념을 분절하려고 하였다. 데이비드 브루스터(David Brewster)에게 보낸 서신에서, 바비지는 이렇게 숙고했다. "비록 해석적 법칙을 결정하지는 않지만, 나는 산술적 결과를 생산할 수는 있다. 그 결과는 곧 주어진 법칙의 목적이다."[12] 즉 생각, 자연, 우주 등의 결정론적 작동의 법칙들은 스스로 우연성의 기능들과 협력한다는 점을 암시한다.

Ⅳ. 나오며

지금까지 살펴보았듯이, 바비지는 인간과 기계(혹은 동물) 사이의 경계 나누기를 위해 생각의 법칙을 이해하고자 한 것이 아니라, 자신의 기계를 좀 더 보편적이고 유연하게 생각하도록 만드는 방법을 위한 교훈으로서 사유하였다. 따라서 계산 과정에서 인간 오류를 제거하고, 자신의 계산 기계들에 '우연성'을 구축하려는 목적들은 차분기관과 해석기관 모두를 위한 원칙이 되었다. 또한 자신의 해석기관이 "지적 음식"(『문장들』, p.92.)을 필요로 하고 "지적 노동"(『문장들』, p.81.)을 경제화하는 등 정신적 과업을 수행하는 존재로 묘사할 정도로 인간에게 주어진 문제를 해결해 내는 정신적 노동이 가능한 실체가 바로 그의 '생각하는 기계' 개념이었다.

데카르트주의적 관점이 지배하는 세계에서 인간은 우연성으로, 기계는 결정성으로, 생각은 그것의 우연성 때문에 유일하게 인간임을 규정하는 개념이었다. 그에 따라 '생각하는 기계'라는 것은 전혀 상상될 수 없는 것이다. 이러한 이유로 본고에서 조명한 바비지의 '생각하는 기계'의 개념화는 필연적으로 인간 정체성에 연루된 개념들의 재조직화와 재구성을 수반할 수밖에 없다. 동시에 인간 개념 그 자체는 위기에 놓이게 되었다. 이러한 담론적 성과는 1940~50년대 동안 '생각하는 기계' 생산에 대한 세계적 관심과 성공에 필요한 인식적 자산이 되었으며, 이후 인간 정체성에 관한 불확실성에 따르는 사회문화적 변형과 그것의 과학적 응용을 바라보는 새로운 관점을 사유하게 하는 재료가 된다.

References

[1] Seung Hyeog Moon, "Analysis of AI-Applied Industry and Development Direction," The Journal of the Convergence on Culture Technology(JCCT), Vol.5, No.1, (Feb., 2019), pp.77-78.
[2] Simon Schaffer, "Babbage's Intelligence: Calculating Engines and the Factory System," Critical Inquiry, Vol.21 (1994), pp.203-227.
[3] Lilli Alanen, Descartes's Concept of Mind, Cambridge, MA.: Harvard University Press, 2003.
[4] Stephen Gaukroger, Descartes: An Intellectual

Biography, Oxford: Oxford University Press, 1995, pp.11-14.
[5] René Descartes, Description of the Human Body: The Philosophical Writings of Descartes, Vol.1, trans. John Cottingham, Robert Stoothoff and Dugald Murdoch, Cambridge: Cambridge University Press, 1985, p.315.
[6] René Descartes, Discourse on the Method: The Philosophical Writings of Descartes, Vol. 1, trans. John Cottingham, Robert Stoothoff, and Dugald Murdoch, Cambridge: Cambridge University Press, 1985, p.112.
[7] René Descartes, The Philosophical Writings of Descartes, Vol.3: The Correspondence, trans. John Cottingham, Robert Stoothoff, Dugald Murdoch, and Anthony Kenny, Cambridge: Cambridge University Press, 1991, p.182.
[8] Charles Babbage, The Ninth Bridgewater Treati se, Second Edition, 1838, http://www.victorialwe b.org/science_texts/bridgewater/b1.htm(accessed. Mar.3, 2019)
[9] Charles Babbage, Passages from the Life of a Philosopher, ed. and intro. Martin Campbell-Kelly, London: Pickering and Chatto, 1994.
[10] Doron Swade, The Difference Engine: Charles Babbage and the Quest to Build the First Computer, New York: Penguin-Putnam, 2002, pp.10-11.
[11] Anthony Hyman, Charles Babbage: Pioneer of the Computer, Princeton: Princeton University Press, 1983, pp.48-50.
[12] Philip Morrison and Emily Morrison eds., Charles Babbage and His Calculating Engines: Selected Writings by Charles Babbage and Others, New York: Doer, 1961.