

사용자 중심의 다차원적 융복합헬스케어산업 발전을 위한 새로운 정책(Autopoiesis)의 이론적 근거와 방향

이형배¹ · 이태곤² · 유규하¹ · 이규성¹

¹성균관대학교 융합의과학원 의료기기산업학과, ²삼성서울병원 미래의학연구원

The Theoretic Approach of the New Policy (Autopoiesis) for Development of Stakeholder-Oriented Multidimensional Convergence Healthcare Industry

Hyung Bae Lee¹, Tae Gon Lee², Gyu Ha Ryu¹ and Kyu-Sung Lee¹

¹Dept. of Medical Device Management and Research, Samsung Advanced Institute for Health Sciences & Technology, SKKU

²Research Institute for Future Medicine, Samsung Medical Center

(Manuscript received 14 August 2017 ; revised 22 August 2017 ; accepted 22 August 2017)

Abstract: The convergence healthcare industry in Korea has been stalled due to conflicts between stakeholders as well as a supplier-centered industry structure. This situation is caused by the structural contradiction in which the Korean industry has a prolonged conflict structure among stakeholders due to a strong regulation and an institutional inertia from the viewpoint of the sociotechnical system. Therefore, it is necessary to identify new system management plan that enhances social acceptability such as laws, customs and ideas while reducing conflicts between stakeholders. In this study, mainly adapting the stakeholder-oriented autopoiesis and focusing on publicness of healthcare, we propose the rationale and direction for policy making to harmonize various systems within the convergence healthcare industry.

Key words: Autopoiesis, Stakeholder, Convergence Healthcare, Code, Sociotechnical System

1. 서 론

최근 이종(異種)산업간 융복합화가 급격히 이루어지고 있고 이러한 혁신 추세는 다양한 분야의 기술융합을 통해 기존 패러다임을 변화시키고 있다. 기술융합은 서로 다른 기술요소들이 결합할때 기존 요소기술들의 특성과 함께 물리적 통합을 통한 부가특성을 갖는 기술과 Dominant 한 제품이 탄생되는 현상으로 정의될 수 있다. 과거에도 이런 융

합현상이 있었지만 최근의 기술융합은 주로 센서에 기반한 IoT, 클라우드, 빅데이터, 모바일기술 등을 중심으로 여러 분야의 기술이 융복합화하는 것이 특징이다[1]. 이러한 융복합화는 서로 독립된 가치사슬 들이 연결, 통합, 재구성 되면서 기술융합 → 제품융합 → 기술·제품·서비스·산업융합으로 그 경계가 혼돈된 양상으로 나타나고 있다[2]. 이런 흐름은 보건의료 분야에서 초연결, 초지능을 근간으로 특화된 현상으로 나타나고 있으며, 디지털기술과 의료서비스의 융합이 기존 의료산업의 가치사슬을 근본적으로 변화시켜 융복합이라는 다차원적인 헬스케어산업의 형태로 진화되고 있다. 그러나, 의사, 환자 등 사용자와 하드웨어와 소프트웨어 공급자, 그리고 서비스 플랫폼을 제공하는 보험, 통신사 등 신규 참여자간 사업주도권 선점에 대한 가치충돌 및 이해상충으로 융복합헬스케어 산업의 수익창출 모델이 정체 되는 등 사용자 니즈를 충족시키지 못하고 있는 상태이다[3]. 이

Corresponding Author : Gyu Ha Ryu, Kyu-Sung Lee
Dept. of Medical Device Management and Research, Samsung Advanced Institute for Health Sciences & Technology, SKKU, 81, Ilwon-Ro, Gangnam-Gu, Seoul 06351, Korea
TEL: +82-2-3410-2283 / FAX: +82-2-3410-3608
E-mail: gyuha.ryu@samsung.com, ks63.lee@samsung.com
이 연구는 보건복지부 보건의료기술 연구개발사업(HI4C3229)의 지원을 받아 수행하였음.

러한 다양한 문제를 종합하여 융복합헬스케어산업에서의 참여자간 구성적 특성을 정의하고, 공급자 중심에서 사용자 중심으로 가치체계의 전환에 따른 참여 주체간 가치의 충돌과 이해상충을 분석하여 이를 기술경영 시스템(MOT) 관점의 체계적 이론과 실행 모형을 제시할 필요가 있다.

본 연구에서는 환경이 복잡해 질수록 자기 창출적 속성을 갖는 다수의 체계로 분화되고 구성원간의 연쇄적 상호작용 네트워크를 통해 특정가치를 교환하는 Autopoiesis이론[4]에 근거 하여 사용자 중심의 다차원적 융복합헬스케어산업 발전을 위한 새로운 정책의 이론적 근거와 방향을 제시하고자 한다

II. 문헌연구

“Autopoiesis” 개념은 인지생물학자인 Humberto Maturana와 Fransisco Varela가 그리스어의 “autos”(자기)와 “Poiesis(창출)을 합성하여 만든 조립어이다[5]. 이 개념은 스스로 조직하고 재생산하는 체계를 의미하기 때문에 다른 생산물의 제조를 수행하는 기계와는 달리 자체적인 역동성을 통해 스스로의 존속을 유지한다는 것을 의미한다. 이러한 생물학적인 자동생산개념은 인식과 언어영역에 까지 확대되어 사회 체계이론에도 영향을 미치게 되었다. 사회학자 Niklas Luhmann은 기존 사회이론에서 벗어나 세포를 자기구성 요소로 삼는 유기체의 자기생산 개념을 사회 체계에 적용시켜 사회를 체계/환경의 관점에서 접근하는 Autopoiesis 이론을 정립하였다[6]. 이 이론은 사회를 단순히 구성요소들이 모여 있는 집합체로 보는 것이 아니라 구성요소 스스로가 개별적 상호작용을 통해 조직화된 질서를 만들어 내고, 환경과의 경계를 유지하면서 외부의 모든 정보를 체계 내에 ‘의미’있는 것만을 제한적으로 선택하고 처리하여 환경의 복잡성을 줄임으로써 본질적 특성을 유지하면서 스스로 구성요소를 반복적으로 생산한다는 점에서 조작적 폐쇄(organizational closure)를 특징으로 한다. 다시 말해 Autopoiesis는 그림 1과 같이 체계가 자신의 요소로부터 자기자신을 반복 재생산하는 과정, 즉 체계의 자기준거성(self-referential)을 바탕에 두면서도 체계간에 상호의존적 관계를 의미하는 구조적 연계(structural coupling)를 전제로 하고 있다[7]. 여기서 구조적 연계라 함은 스스로의 정체성을 유지하면서 타체계와 상호작용을 반복함으로써 형성되는 것으로서 자신의 본질적 속성을 훼손하지 않으면서 타체계와의 관계가 변화하는 것을 의미한다[8]

융복합헬스케어 산업은 ICT기반 의료기기의 가전화와 원격진료, 초고령화 사회와 웰에이징, 빅데이터의 공공성과 개인정보의 보호 등 유사성과 상반성이 공존하는 구조로서, 산업간 경계가 모호해지고 네트워크화를 통해 이해당사자간의

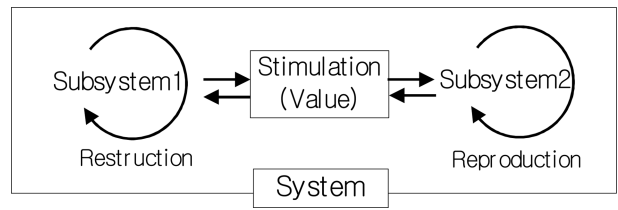


그림 1. 구조적 연계를 통한 Autopoiesis이론의 개념.
Fig. 1. Concept of Autopoiesis Theory through Structural Coupling.

연쇄적 상호작용에 의한 특정가치 교환을 필요로 하고 있어 반복적 요소를 생산하는 변형과 파괴의 산출과정이 network으로써 유기적으로 구성된 Autopoiesis이론의 관점에서 새로운 가치체계를 정의하고 산업내 이해당사자간의 조직화에 의해 자기생산체계를 유지할 수 있도록 대안을 제시하는 논리적 근거로 유용하게 적용할 수 있다.

III. 연구방법

Autopoiesis이론에 따르면 모든 체계는 다른 체계의 자극을 스스로 재구조화하면서 이를 자기생산 과정에 편입시켜 자신의 구성요소를 자체적으로 재생산하는 자기창출을 지속해 나간다. 또한 환경과 상호작용을 통해 상호의존적인 관계를 갖게 됨으로써 단절된 상태에서 작동하지 않고 타 체계로부터 받은 영향을 선택적으로 수용하여 체계간의 구조적 연계를 형성하게 된다. 이 때 자기창출을 저해하지 않고 체계가 원활히 작동하기 위해서는 관련된 체계들을 모두 포괄하는 하나의 시스템을 구축함으로써 원활한 커뮤니케이션이 가능해 질 수 있다. 즉, 포괄적 시스템 구축을 통해 내부의 부분체계(subsystem) 들로 하여금 구조적으로 연계되도록 유도함으로써 부분체계 상호간 적응적 변화를 유도할 수 있다는 것이다.

포괄적 시스템에 포함된 각 부분체계는 각자의 고유한 원칙에 따라 자기준거적 의사결정을 하게 되는데, 이 때 의사결정을 위해 적용하는 원칙[9], 구조적 연계를 결정하는 규칙 또는 구성요소의 type과 산출의 순서를 결정짓는 규칙[10]을 Code 라고 한다. Code의 본질은 시스템의 작동에 앞서서는 아무것도 결정되어지지 않으며, 구성요소의 행위를 통해서 Code의 구체적인 내적 실체가 정해지는 것으로서 [11], 그림 2와 같이 부분체계별로 자신의 기준과 논리에 따라 자율적으로 생성되는 속성이 있으며 개별 부분체계가 자신의 고유한 가치를 반복하여 재생산하고 이를 통해 포괄적 시스템의 정체성을 유지해 나간다는 중요한 개념이다[12].

융복합헬스케어 산업내 부분체계인 이해당사자들 간에도 가치의 전달을 위해 이러한 Code는 다양한 형태로 자율적

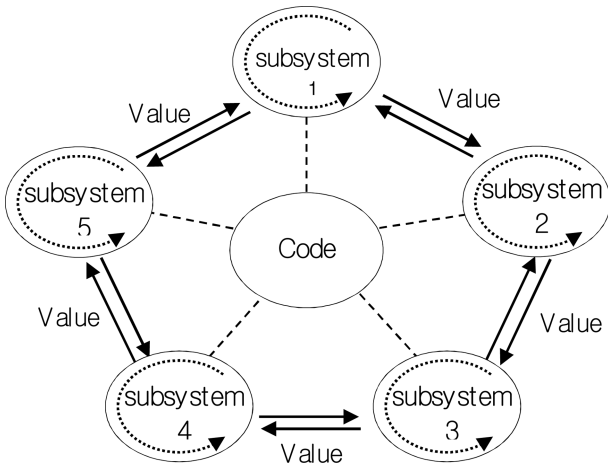


그림 2. Code기반의 사용자 중심 Autopoiesis 시스템.
Fig. 2. Code-based Stakeholder-Oriented Autopoietic System.

생성이 이루어지고 있다. 그러나 법규제, 기술적 제약, 사업추진 지향점의 상이함 등 여러 근본적인 문제로 인해 가치가 조율되지 못하고 충돌하는 양상이 나타나고 있다. 따라서 개별 이해당사자가 가지고 있는 의사결정원칙 즉, 자율적 Code를 사용자 중심이면서 다차원의 공공의료 차원에서 조율한다면 산업내 생산적 상호작용을 유도하고 원활한 가치전달이 이루어지는 사용자 중심의 Autopoiesis 시스템을 구축할 수 있다.

IV. 연구결과 및 고찰

융복합헬스케어 산업의 가치체계 분석을 위해서는 의료산업의 본질을 이해하고 발전과정을 짚어볼 필요가 있다. 지금까지의 의료산업은 의사와 환자간의 정보비대칭성의 관계

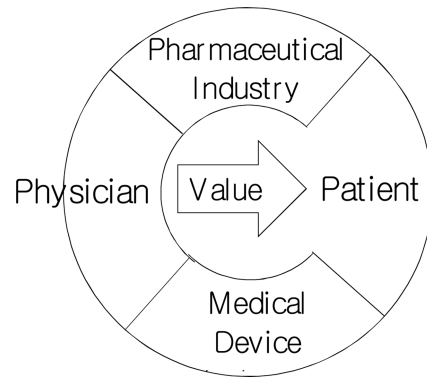


그림 3. 기존 의료산업의 특성.
Fig. 3. Features of Conventional Healthcare Industry.

로 고착되어 왔으며, 사용자(환자, 일반인)가 필요로 하는 의약품과 의료기기도 의사를 통해서만 공급받을 수 있었다. 다시 말해 Autopoiesis시스템과는 달리 그림 3과 같이 기존 의료 산업의 가치사슬은 공급자 중심의 투입-산출관계를 갖는 Allopoiesis(타율체계)의 속성을 띄고 있다. 반면 융복합 헬스케어 산업에서는 표 1과 같이 IT서비스, 디바이스 제조사, 통신사업자 등 신규 이해당사자가 병원과 더불어 다원화된 가치사슬에 참여함으로써 정보공급자와 수요자가 확장되고 정보비대칭성이 감소하는 방향으로 자율적 성향의 근본적인 가치체계의 변화가 나타나고 있다.

그러나 규제가 강한 국내의료산업의 특성상 복잡한 임상 검증과정을 거쳐야 하고 시장에서 자유경쟁에 의해 채택되는 것이 아닌 환자, 의사등 사용자와의 합의과정도 필수적이기 때문에 기존산업에서 완성도와 활용도가 높은 기술도 의료산업 내에서 기술가치와 효용성을 입증하는데 오랜 시간이 걸리게 된다. 또 한가지 문제는 가상성과 물리성의 실

표 1. 헬스케어 산업 트렌드 변화 및 특징[13].
Table 1. Healthcare Industry trends and features of change[13].

Category	현황			발전방향		
	Tele-Health	E-Health	U-Health	Smart Healthcare	Digital Healthcare	ICT Healthcare
주서비스	원내치료	디지털병원 의료정보화	e-헬스+원격의료, 만성질환 관리	u-헬스+운동+ 식사량 등 건강생활 관리	u-헬스+운동, 식사량 등 건강생활관리	스마트헬스+개인 맞춤 관 리, 근거 중심의학, 예방중심, 자가관리
주이용자	의료인	의료인	의료인, 환자	의료인, 환자, 일반인	의료인, 환자, 일반인	의료인, 환자, 일반인, 정부, 기업
주Player	병원	병원	병원, ICT기업	병원, ICT기업, 보험사, 스포츠기업 등 다양화	병원, ICT기업, 보험사, 스포츠기업 등 다양화	병원, ICT기업, 보험사, 서비스 업체 등 모든 이해관계자
주요제품	병원운영	초고속 인터넷기술	무선인터넷기술	스마트기기, 앱스토어	스마트기기, 웨어 러블/모바일기기	스마트기기, 웨어러블/모바일기기
시스템	병원운영 시스템	의무기록(EMR), 웹사이트	건강기록(EHR), 모니터링	개인건강기록 (PHR)기반 맞춤형서비스	개인건강기록 (PHR)기반 맞춤형서비스	IoT기반의 PHR, 클라우드, 빅데이터, 인공지능

표 2. 사업측면에서 물리성과 가상성 비교.
Table 2. Comparison of Physicalness and Virtualness in terms of Business Aspects.

Category	Physicalness (물리성)	Virtualness (가상성)
가치의 원천	물리적인 제품	가상의 정보
비즈니스 모델	각 제품을 적절한 가격에 판매	기본정보는 무료제공, 유료화를 통한 수익확보
경쟁의 형태	다수의 기업이 경쟁	소수의 기업이 독과점을 확보
기업형태	디바이스 제조	IT서비스, 통신사
기술형태	하드웨어 완성품 및 부품, 소재기술	IoT, 클라우드, 빅데이터, 모바일기술
실현정도	낮음	높음

현수준에서 비롯 되는 산업간 기술발전속도의 차이로 인해 이해당사자간 가치전달이 원활하지 않은 부분이 있다. 즉, 표 2와 같이 IoT, 클라우드, 빅데이터, 모바일 기술로 대표 되는 가상성이 강한 기술은 발전속도가 빠른 반면, 생체측정센서, 의료신소재, 하드웨어 등 물리적 성질이 강한 기술은 상대적으로 발전속도가 느린 측면이 있다[14].

이로 인해 일부 대기업을 제외한 대부분의 영세한 디바이스 제조사들은 비교적 접근이 쉬운 비의료기기(웰니스)분야등 물리성과 가상성이 비교적 접근성이 용이한 특정 비즈니스 영역에 경쟁적으로 뛰어들고 있다. 그러나 이 또한 생체신호 측정 디바이스 기능의 차별성이 없고, 활용의 불편함으로 인해 사용자로부터 외면을 받음으로써 웨어러블 디바이스의

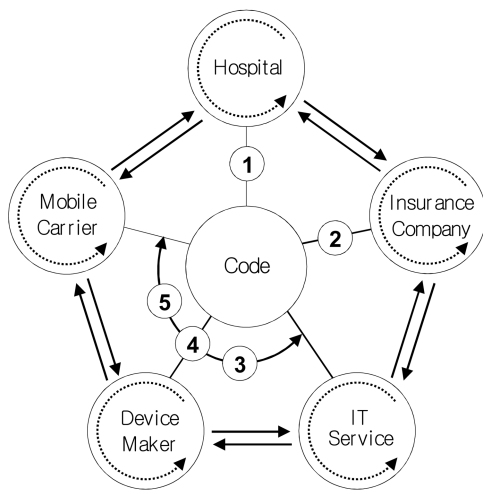
측정데이터를 기반으로 사업을 영위하는 건강관리 서비스 및 플랫폼 기업의 성장성과 수익성에도 부정적 영향을 주는 등 연쇄적 문제에 직면하고 있다[15].

상기 근거를 통해 국내 헬스케어산업은 각종 규제 및 제도적 미비와 기술실현수준 차이에서 기인한 가치전달 단절의 연쇄적 영향으로 인해 표 3과 같이 이해당사자간 갈등이 지속되는 구조적 모순을 안고 있음을 알 수 있으며 이는 기술과 제도의 유기적인 결합이 바탕이 되어야 사회체제가 정상적으로 작동한다는 Sociotechnical system관점[16]에서 해석 되어질 수 있다. 이러한 구조적 모순은 건강보험 등을 통한 국가차원의 경제적 지원이나 이해당사자의 자체적인 노력과 함께 법·제도개선과 규제개혁이 병행될 때 생태계 활성화, 참여주체간 가치체계 정립, 그리고 이러한 과정의 최종목표인 사용자 측면의 의료서비스 질(質)제고 및 디지털기술을 통한 의료비 절감 등 이해당사자간의 조율을 통한 정책적 보안을 통해 달성할 수 있다[17]. 따라서 기존 의료산업에서 융복합헬스케어 산업으로 성공적인 구조전환과 체제의 안착을 위해서는 그림 4와 같이 사용자-이해당사자, 이해당사자-이해당사자간 갈등을 공유가치로 전환하고 법규제 및 거버넌스를 개선하는 등 체계의 원활한 구조적 연계를 위한 의사결정 적용원칙, 즉 코드를 정부차원에서 설정할 필요가 있다.

국차 차원의 코드 설정에 대한 해외의 성공 사례를 살펴 보면 일본의 경우 ① 의료·헬스케어 산업 관련부처의 업무연계와 대응창구의 단일화 ② 관계부처 통합 기업 연구개발 지원체계 구축 ③ 약사법, 개인정보보호법 등 관련법 개

표 3. 국내 융복합헬스케어 이해당사자 분석.
Table 3. Convergence Healthcare Stakeholder Analysis in Korea.

Stakeholder	Conventional Business Area	Healthcare Business Goal	Conflict Situation
서비스제공자 (병원)	의료서비스 전달	ICT기반 의료빅데이터 활용성 강화	- 환자와 의사간 유무선을 통신을 통한 의료정보 교환 불허 - 2차로 가공된 의료정보의 소유·활용권에 대한 허용범위, 관리주체 미정비
지불자 (보험사)	통계적 기초에 의한 재정 급여제공	건강정보 기반 모바일기술을 활용한 질환 관리 및 생활습관코칭서비스	- 국가차원에서 수집된 환자(또는 일반인) 의료정보(건강보험데이터 등) 활용 어려움 - 기존의 영세기업으로 구성된 이해 당사자의 진입저항 가능성
서비스/솔루션 제공자 (IT기업)	데이터 기반 소프트웨어 개발 및 서비스 제공	만성질환 관리 알고리즘 개발, 데이터기반 개인 건강/질환 관리 솔루션 및 IoT기반 서비스 제공	- 의료·건강정보에 대한 데이터 표준화 및 활용에 대한 사항이 법에의해 보장되고 있지 않아 개인의 건강·의료정보에 기반한 서비스 실시 불투명
디바이스 공급자 (기기제조사)	센서, 하드웨어 개발 및 서비스 제공	생체정보 센서, 건강정보 수집용 개인건강측정기기(웨어러블 기기 등) 판매, 서비스 플랫폼 제공	- 생체활동 정보수집이 의료서비스와 경계에 있을 때 법적 판단 필요 - 서비스 및 콘텐츠 영역의 사업요구를 충족하는 제품이 미비
망제공자 (통신사업자)	통신설비 설치 및 운용서비스 제공	클라우드 인프라, 통신망을 통한 의료정보의 저장, 관리가 가능한 데이터 플랫폼제공	- 환자와 의사가 아닌 제3자의 의료 데이터열람, 전송금지(개인정보보호법) - 클라우드상에서 의료데이터 활용불가(의료법)



stakeholder	Code
Hospital	① 의료빅데이터의 수집, 보호, 활용촉진을 위한 관련법체계개선 및 정책 거버넌스 체계 확립으로 정책의 일관성, 효율성 제고
Insurance company	② 공공기관 정보의 활용 촉진을 위한 의료 빅데이터 관리체계 구축
IT service, Device maker, Mobile carrier	③ 헬스케어 기기/소프트웨어 및 서비스에 대한 인허가 제도 정비 ④ 시장진입장벽 극복을 위한 합리적 시험인증 및 질관리 체계 구축 ⑤ 의료빅데이터를 활용한 헬스케어 기기/솔루션 개발 지원확대 및 시험인프라지원

그림 4. 국내 융복합헬스케어 사용자 중심 Autopoiesis시스템.

Fig. 4. Stakeholder-Oriented Autopoietic System on Convergence Healthcare Industry in Korea.

정을 통한 규제개혁을 3대 국가전략(Code)으로 적용하여 2020년까지 의료정보 디지털화를 촉진함으로써 국민건강수명 연장을 위한 사용자 중심의 의료산업 창출을 목표로 하고 있다[18].

또한 캐나다의 사용자, 즉 국민의 보건의료 혜택보장을 위한 5대원칙(공공성, 포괄성, 보편성, 이동성, 접근성)을 국가정책(Code)으로 적용하여 보건의료제도를 개혁해 왔으며 공공재정을 활용, 지역의료체계 중심의 정부 주도 헬스케어 에코시스템을 구축함으로써 넓은 국토로 인한 이동의 불편함과 초고령화 추세의 문제점을 해결해 나가고 있다[19].

상기 연구를 통해 융복합 헬스케어 산업에 참여하는 이해당사자간의 조화로운 발전을 위해서는 각 부분체계가 자기창출활동을 견지하면서 시스템 내에서 공생할 수 있도록 하는 질서로서 보건의료의 공공성을 중심으로 정부차원의 국가적 전략목표인 Code체계를 먼저 수립하고 구체적인 실행계획을 세움으로써 실질적인 정책적 보안을 추진해야 함을 알 수 있다. 이러한 복잡하게 연결된 새로운 시스템의 위험관리는 기존의 시스템 관리와 차원이 다르기 때문에 시스템의 본질과 범위가 바뀌면서 과거의 시스템에 최적화된 규제의 범위를 벗어날 수 있고, 의료기관 등 이해당사자 간에 이해가 상충할 수 있어 이를 최소화 하면서 법규제, 관습과 관념 등 사회적 수용성을 높이는 Sociotechnical system관점의 Autopoiesis가 필요하다고 판단된다.

V. 결 론

의료 서비스의 패러다임이 치료(cure)에서 관리(care)로

전환되고 의료 서비스의 질적 제고, 의료복지 확대 등 소비자 요구가 다변화하는 환경에서 기술간 융복합화로 인해 기존의 공급자 중심에서 수요자관점의 헬스케어 체계로 급속히 진화되고 있다. 본 연구에서는 Autopoiesis 이론을 국내 융복합헬스케어 산업체계 분석에 적용하였고, 그 결과 산업영역간 기술실현도의 차이와 의료법, 개인정보보호법 등 법적 규제 및 제도적 미비로 인해 헬스케어 산업내 이해당사자간 갈등구조가 지속되고 있음을 알 수 있었다. 따라서, 성공적인 헬스케어 산업의 정착을 위해서는 정책적 기업지원, 법 규제 및 거버넌스 개선 등 산업체계의 나아갈 방향성을 정부 차원에서 설정할 필요가 있다.

Sociotechnical system관점의 Autopoiesis에서 제시한 ‘조율형Code’를 정부차원에서 성공적으로 정착시킨 일본과 캐나다의 사례와 같이 국내에서도 이해당사자간의 자생적 역할에만 의존함으로써 발생하는 산업정체 현상을 극복하기 위해 정부차원에서 노력이 필요한 상황이다. 따라서 본 연구의 결론에서 제시한 관련법체계 개선, 인허가제도 정비, 의료 빅데이터 활용체계 구축, 헬스케어 기기/솔루션 개발지원 확대 등을 국가정책으로 시행함으로써 이해당사자의 이익과 공공 선(善)이 적절히 조화를 이루기 위한 정부의 주도적 역할이 필요 하다고 판단된다.

Reference

[1] K.R. Lee, J.T. Hwang, “A Study on Innovation System with Multi-technology Fusion”, *Science and Technology Policy Institute*, vol. 12, pp. 1-140, 2005.
 [2] S.I. Chang, D.H. Seo and K.Y. Kim, 「주요 산업별 산업

- 융합 여건 분석과 활성화 전략」, *Korea Institute for Industrial Economics & Trade*, 2010-130, pp. 231.
- [3] K.H. Lee, S.H. Kim and S.K. Park “Corresponding Strategies to Structural Changes of Supply Value Chains in Convergence Industry”, *Science and Technology Policy Institute*, vol. 12, pp. 1-208, 2012.
- [4] J.K. Kim “N. Luhmann’s General Systems Theory: An Attempt to Overcome Complexity”, *Korean Journal of Sociology* 27(SUM), vol. 12, pp. 25-51, 1993.
- [5] N.B. Lee, “루만의 자동생산체제이론: 세계화와 지역화를 넘어”, *한국사회학회 사회학대회 논문집*, vol. 12, pp. 259-273, 2003.
- [6] S.H. Jung, “Distinction, Generalization and Functional Analysis -An Investigation of the Methods of Comparative Studies in System Theory” *Journal of Philosophical Ideas* 28, 2008. vol. 05, pp. 379-419.
- [7] H.S. Jang, C.S. Park, “Smart Factory from a perspective of Luhmann’s Social Systems” *Korea Intelligent Information Systems Society*, vol. 8, pp. 19-38, 2016.
- [8] Seidl, D. “Luhmann’s theory of autopoietic social systems”, *Ludwig-Maximilians-Universität München-Munich School of Management*, pp. 36-37, 2004.
- [9] Julien Broquet, “Niklas Luhmann’s theory of self-referential systems: Theoretical and empirical research”, *International University Centre (IUC)*, 2009, Dubrovnik, Croatia, September the 14st - 18th.
- [10] 山下和也, オートポイエーシス論入門, ミネルヴァ書房, 2010.
- [11] 土谷幸久, オートポイエーシ스의生存可能システムモデルの基礎的研究, 學文社, 2004.
- [12] C.J. Cho, “Limits of Planning and Alternative Planning Thoughts from Luhmann’s Systems-Theoretic Perspective”, *Journal of The Korean Regional Development Association* 25(5), vol. 12, pp. 1-24, 2013.
- [13] “Technology Roadmap for SME” *Ministry of SMEs and Startups(MSS)*, 2017.
- [14] IL. Lim, “Insights of The Fourth Industrial Revolution”, *The Maker Press*, 2017.
- [15] W.S. Hwang, Y.H. Choi, “4차 산업혁명 시대의 신성장동력, 스마트헬스케어산업”, *Korea Institute for Industrial Economics & Trade*, vol. 12, 2017.
- [16] GEELS, Frank W. “Technological transitions and system innovations: a co-evolutionary and sociotechnical analysis”, *Edward Elgar Publishing*, 2005.
- [17] Y.H. Choi, W.S. Hwang, “스마트헬스케어산업의 사회경제적 효과와 정책적 시사점”, *Korea Institute for Industrial Economics & Trade*, 2016, Issue paper.
- [18] “데이터ヘル스改革, - ICT·AI等を活用した健康・医療・介護のパラダイムシフトの實現-” 厚生労働省 2017.
- [19] J.S. Kuk, “The Reform of Canada’s Health Care System and Public Judgments” *Health and Social Welfare Review*, vol. 7, pp. 104-107, 2003.