Journal of Korea Game Society 2017 Aug; 17(4):37-46
http://dx.doi.org/10.7583/JKGS.2017.17.4.37

게이미피케이션

확장협력 기반 환경교육 게이미피케이션

정찬용
장안대학교 IT학부 게임컨텐츠과
tyonarts{@naver.com, @jangan.ac.kr}

Gamification for Environment Education based on The Extended Cooperation

ChanYong Jung
Dept. of Game Content, Jangan University

요 약

최근 다양한 분야들 간의 융복합 게임화 프로세스가 활발하게 적용되고 있다. 본 논문에서는 확장 협력 요소를 중심으로 한 환경교육을 지원하기 위한 게임화 방안 및 시스템을 제안한다. 게임 메카닉스, 시스템 구조, MDA 모델을 중심으로 기후변화교육에 적용할 수 있는 게임화 과정의 설계 및 이를 구현하기 위한 게임화 요소와 하위 게임 구조를 도출한다. 제안된 게임화 시스템을 활용할 수 있도록 하는 중요한 동기인 용이성, 친밀성, 관련성, 편이성, 유용성에 대한 평가자들의 의견을 반영한다.

ABSTRACT

Gamifications offer utilities that may have potential to support convergence to become more engaged on their filed. This paper aims to design and implement gamification for the supporting of environment education based on the extended cooperation. We describe game mechanics, the system architecture, and its MDA model, finalizing with a small conclusion. We also discuss the implications of our work for the gamification that support the identified features and activate environment education. The result will be a framework for designing a gamification system that is suited for environment education. Ease, familiarity, relatedness, comfort, and usefulness were confirmed by the opinion polling. Our prototype has updated by reflecting their views and opinions.

Keywords : gamification, system for education, educational gamification

Received: July. 10, 2017 Revised: Aug. 11, 2017
Accepted: Aug. 14, 2017
Corresponding Author: ChanYong Jung(Jangan University)
E-mail: tyonarts@naver.com

ISSN: 1598-4540 / eISSN: 2287-8211

Ⓒ The Korea Game Society. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.otg/licenses/by-nc/3.0), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

최근 다양한 분야들 간의 융복합 프로세스에 게임화(gamification)가 활용되는 사례가 증가하고 있다. 직접적인 게임 결과물의 형태로 구현되는 기능성게임과 달리 적절한 게임 요소만을 적용함으로써 가치를 높이는 게임화는 게임에 심리적 거부감을 갖고 있는 사용자들에게 효과적인 접근 방법이다[1].

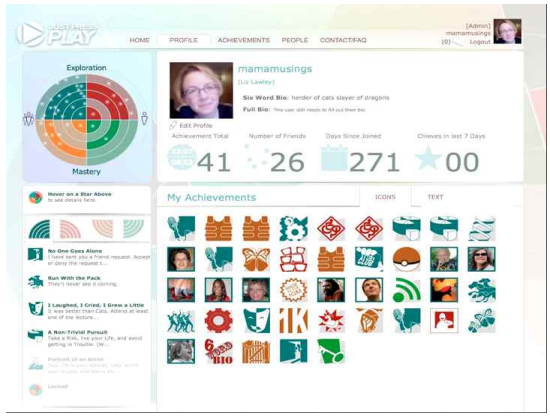
기후변화에 대한 정부간협의체(IPCC) 제5차 보고서는 인류 자신은 물론 다른 종의 생존에도 심각한 영향을 끼치고 있는 지구 환경 변화의 주요 원인이 주로 인류의 활동 때문이라고 결론 내리고 있다[2]. 환경변화에 대한 관심 및 이해와 더불어 효과적인 대응을 위한 실천 의지가 요구되기 때문에 이에 대한 교육의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 하지만 환경변화라는 복잡계의 현상을 흥미롭게 이해시키기 위한 교육은 쉽지 않은 문제이다[3,4]. 미세먼지 다발과 한반도 생물개체군의 아열대화 전이 경향을 포함하는 국내 환경변화 문제에 대한 게임화 교육 시스템을 구성하기 위하여 추진된 융합연구의 핵심인 게임화 설계와 구현, 결과 분석에 대하여 논하고자 한다.

2. 본 론

2.1 관련 연구

2011년 샌프란시스코 게임화 서밋(Gamification Summit)에서 공식화 된 이후, 그 이듬해 가트너 하이프 사이클(hype cycle)의 피크(peak) 영역에 위치한 것으로 평가된 게임화는 “어떤 문제를 해결하기 위하여 게임 이외의 분야에 게임 지향적 사고와 메커니즘, 요소 등을 도입”하는 것을 의미한다[5]. 게임화 된 도메인은 재사용성, 사용자 만족도, 학습 효과의 향상 등을 기대할 수 있기 때문에 중요한 마케팅 수단으로 활용되고 있다[6,7].

게임화는 경영 뿐 아니라 특히 교육 분야에서도 폭넓게 적용되고 있다[8,9,10]. 애리조나 대학에서 개발한 ‘Taskville’은 조직 내의 정보교류나 업무활성화를 목표로 설계된 심시티 타입의 게임화 시스템이다[11]. 또한, 미시건 대학에서는 수강생 200여 명 규모의 정보학 개론 강의에 게임화를 적용한 바 있다. ‘선택(실패할 자유)’, ‘신속한 피드백’, ‘협업 과정’, ‘경쟁’의 네 가지 주요 게임요소가 게임화에 사용된다. 한편, ‘실세계와 연동된 게임화 과정’을 통하여 로체스터 대학이 개발한 ‘Just Press Play(JPP)’는 수업 성취도 향상을 유도할 수 있는 사회활동을 게임요소로 점수화한다.



[Fig.1] Screen shot of ‘Just Press Play’, which is developed at the Rochester Institute of Technology

400여명의 수강생들에게 배포된 활동카드는 신용카드와 비슷한 크기로 RFID가 내장되어 실세계에서의 활동 내역이 온라인으로 자동 등록된다. 이 게임화 과정에는 ‘실패할 자유’, ‘빠른 피드백’, ‘스토리텔링’, ‘단계적 발전’ 게임요소가 중점적으로 적용된다.

2.2 연구 방법

본 연구는 게임화 프레임웍 설계, 기후변화 모듈 설계, 프로토타입 구현, 평가단에 의한 평가의견 논의 및 수정안 반영으로 구성된다. 게임화 프레임웍 설계에서는 표준 모델을 기반으로 환경변화교육에 적용하기 위한 변형 과정을 수립하여 해당 게임요소를 확정한다. 환경변화 모듈 설계 과정에서

실존하는 기후 시뮬레이션 모델들의 특성을 게임화 수준에서 반영하기 위한 처리모듈의 저수준 설계를 수행한다. 도출된 설계 내용을 바탕으로 게임화 시스템의 프로토타입을 구현한 후 평가 테스트를 진행하여 평가자들이 제출한 의견에 대한 토론을 거쳐 합의된 사항을 수정안으로 적용한다.

2.3 설계

게임화 프로세스에는 다양한 모델들이 사용되고 있으며 펜실베니아 대학에서 제안한 프레임웍도 대표적인 케이스이다[12,13]. 이 모델을 이공 분야에 적용하기 위하여 뮌헨 대학이 제안한 수정안[14]을 환경변화교육에 적합하도록 재구성한 내용은 [Table 1]과 같다.

이 논문에서 제안된 게임화 시스템은 애리조나 대학의 'Taskville'과 로체스터 대학의 'JPP' 시스템을 기반으로 '확장협력', '실패할 자유', '신속한 피드백', '경쟁'을 주된 게임요소 영역으로 도출하였다.

두 시스템과 비교할 때 차별화된 항목은 '확장협력'으로 환경변화를 공동의 협력체제로 대응하도록 하는 교육을 가장 중요한 교육요소로 인식하기 때문이다. 일반 협업과 달리 플레이어의 행동과 다른 참여자들의 행동 결과들이 결합하여 예측하기 어려운 공동의 환경변화로 나타나기 때문에 일반적인 협력에 비하여 의미가 확장된다. 협업 과정의 결과가 비교적 명확한 단순 협력과 비교하면 참여자들로 하여금 대규모 공동체의 일원으로써 거시적 협력이 필요하다는 것을 깨닫게 하고 행동하도록 유도하는 것이 이 게임화의 중요한 목적이다.

[Table 1] Modified gamification framework on a climate change education

Steps(6D)	Process description
Define Objectives	What are goals? To control the environment of earth stably Find and validate the best requirements for successful climate change education components. Design solutions for a known problem in a context, including prototypical implementations.
Delineate Target Behaviors	What do you want players to do? They have to collaborative action to keep stable climate. Commonly reoccurring parts of the design of a gamification. To keep good environment of earth, players have to control variables.
Describe Players	Who's going to use this? Conceptual models of the components of gamification.
Devise Active Loops	Engagement and progression. Find in a team the best solution for a climate problem that cannot be solved by automation.
Don't forget the fun	This can get overlooked while devising processes, rules, etc.
Deploy the appropriate tools	Use the right elements, structures in the gamified system. Share and improve knowledge in climate change.

환경변화에 대한 확장협력 체제에서 실제 발생할 수 있는 문제점을 참여자들이 즉시 파악하여 실효적인 역할을 수행하는 경험을 얻을 수 있도록 구성해야한다[15].

이러한 원칙하에 게임 분석 및 기획에 기본적으로 적용되고 있는 MDA(Mechanics, Dynamics, and Aesthetics) 모델을 기반으로 트레이시가 제안한 기준에 따라 표현, 형식, 동적, 극적 요소항목으로 분할하여 세부설계를 구체화한다[16].

2.3.1 표현 요소

평가에 참여하는 평가자들은 지구상의 독립적인 영역을 상징하는 단위그룹을 아바타로 사용하게 된다. 이 단위그룹은 현실 세계에서의 국가 혹은 몇 개의 국가들이 연합한 환경영향 동일지역이다. 이들 그룹이 생존하는 과정에서 발생시킬 수밖에 없는 잉여에너지와 온실가스 등은 이웃 그룹에게 단기적인 영향, 전체 그룹에는 장기적인 영향을 미치

게 된다. 직, 간접의 차이만 있을 뿐 특정 그룹이 발생시킨 환경변화는 결국 지구 환경 전반에 영향을 준다는 것을 라인 객체의 연결된 모습으로 시각화함으로써 공동대응의 필요성을 제시한다. 지나친 경쟁을 통제하면서 실효성 있는 공동대응을 유도하는 '확장협력'의 구현 방법이다.

단위그룹을 상징하는 플래그 객체에는 해당 참여자의 활동 상황들이 표시된다. 각 플래그 사이를 이동하는 열에너지, 이산화탄소, 이산화황, 질소화합물, 오존 등은 그룹 활동 결과 발생하여 기후변화에 개입되는 인위적 원인들 중 대표적인 것을 선별한 요소들로 각각 시각화한 객체로 상징화된다.

2.3.2 형식요소

교육과정에서 실질적으로 중요한 지표들을 게임요소로 치환하여 참여자들에게 쉽게 인식시켜주어야 하므로 참여자들의 활동과 그로부터 비롯되는 환경변화요인들을 각각 계층화된 게임객체로 전환한다.

[Table 2] Applied gamification elements

	Applied Elements
Mechanics	Challenges: Hero who help endangered climate problems Chance: New method which solve the problems Cooperation: Important behavior in gamifying Feedback: Groups can learn endangered groups Resource Acquisition, Rewards, Transactions, Turns, Win states
Dynamics	Relationships, Constraints: How climate change works, which are issues on the real field, have eventually linked them to game objects and elements? There are so many different types of risk, a lot of definition method is taken up with the supplies needed for each game objects
Components	Avatar: Flags Collections, Content unlocking, Gifting, Leaderboards, Levels, Points Social graph, Teams, Virtual goods for climate change

강화 정도를 가늠할 수 있는 비주얼 신호객체를 사용하는 방식의 상호작용 패턴은 'Taskville'을 비롯한 여러 사례에 활용되고 있지만 '확장협력'에서는 구체적인 협력을 강조한다는 면에서 의미가 확장된다.

[Table 2]에는 적용된 형식요소 항목들이 예시되어 있다. 'Taskville'에서는 개인의 성과에 따라 새 빌딩과 영토를 확보하게 하여 보상에 따른 무한 경쟁과 자기성장을 거듭하는 구조이지만, 제안된 게임화에서는 참여자가 관리하는 그룹이 일정 한계 이상으로 성장하면 전체에 대한 시너지 효과가 감소하도록 한다. 타 그룹과의 연계성을 강조하는 한편, 하위 그룹들의 결합에 의한 상위 그룹의 성과가 재귀적으로 인식되도록 하는 구조로 환경변화로 인한 공동체 전체의 손실이 서서히 드러나면서 실상을 파악할 수 있도록 전개한다.

2.3.3 동적요소

과제 목록에 정의되지 않은 의외의 요소를 불규칙하게 발생시켜 실시간으로 대응하도록 유도하는 동적요소를 구성한다. 그러나 환경변화의 영향들은 수십 년에서 수백 년 이상 장기간에 걸쳐 발생하는 경우가 대부분이므로 이 요소들을 짧은 시간 내에 작용하도록 구성하는 것은 실상을 왜곡할 가능성이 있다. 제안된 게임화에서는 가뭄, 홍수, 태풍과 같은 보조적인 요소를 조합하여 동적 요소를 구성한다.

2.3.4 극적요소

화면 중앙에 지구를 제시하고 환경변화 상황을 실시간으로 시각화한다. 환경변화의 상황이 악화되면 기상 상황과 함께 변화하는 지구의 모습을 실시간으로 동기화 한다. 또한 환경급변에 따른 주변 종들의 절멸과 함께 특정 지역에서 삶을 영위하던 동물 가족이 사라져가는 스토리텔링을 극적 요소로 도입한다.

2.4 환경변화 모듈 설계

참여자들의 그룹별 변수들을 실시간으로 처리하여 납득할만한 환경변화 결과로 출력하는 '환경변화 모듈'은 저수준 선형함수를 기반으로 설계된다[17]. 검증된 실존 환경변화 시뮬레이션 시스템이나 환경 모델들과의 편차가 있으므로 개입하는 변수들을 제한하는 한편 실존 모델들의 몬테카를로 시뮬레이션 결과의 평균값을 보정계수로 활용한다[18,19,20]. 예일대학 Kenneth 등은 환경변화연구에 사용되고 있는 'DICE', 'FUND', 'GCAM', 'IGSM', 'MERGE', 'WITCH' 여섯 시뮬레이션 시스템을 선별하여 이들의 2100년 시점 환경 관련 예측 값을 [Table 3, 4]와 같이 비교하였다[21].

[Table 3] Results of Monte Carlo simulations for averages of all models (Kenneth, 2015)

Variable for 2100	Linear			
	Mean	Standard deviation	10-90%ile	90%ile
CO_2 concentrations	888	233	597	1,429
Temperature	3.60	0.89	2.26	5.89
SCC(Social Cost of Carbon)	16.26	7.05	17.68	35.43

[Table 4] The distribution for global temperature increase in 2100 (Kenneth, 2015)

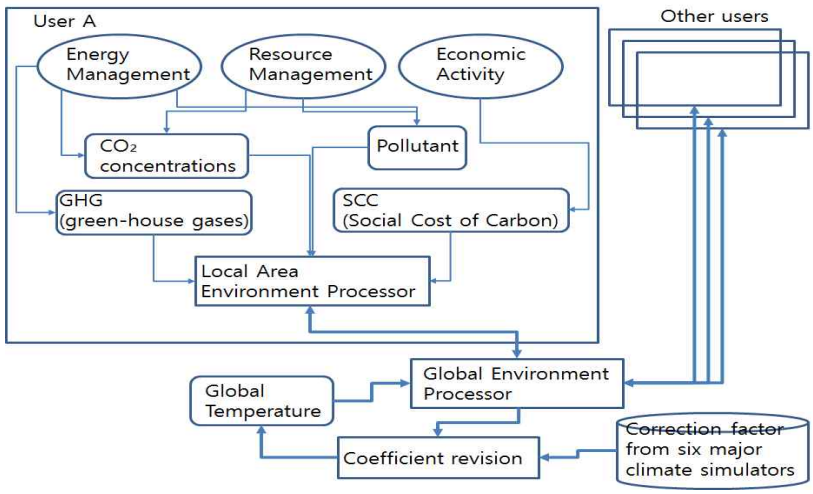
Percentile / Simulator	5%ile	10%ile	25%ile	50%ile	75%ile	90%ile	99%ile
DICE	2.38	2.64	3.12	3.76	4.51	5.29	6.88
FUND	2.63	2.83	3.19	3.64	4.17	4.74	5.92
GCAM	2.46	2.73	3.23	3.86	4.56	5.27	6.64
IGSM	2.31	2.58	3.05	3.58	4.13	4.65	5.58
MERGE	2.93	3.16	3.61	4.20	4.90	5.63	7.13
WITCH	2.60	2.82	3.22	3.71	4.23	4.72	5.58
Average	2.55	2.79	3.24	3.79	4.42	5.05	6.29

환경변화 모듈은 [Table 3, 4]의 결과 값을 계수화 한 지표를 기준으로 예측 결과를 보정한다.

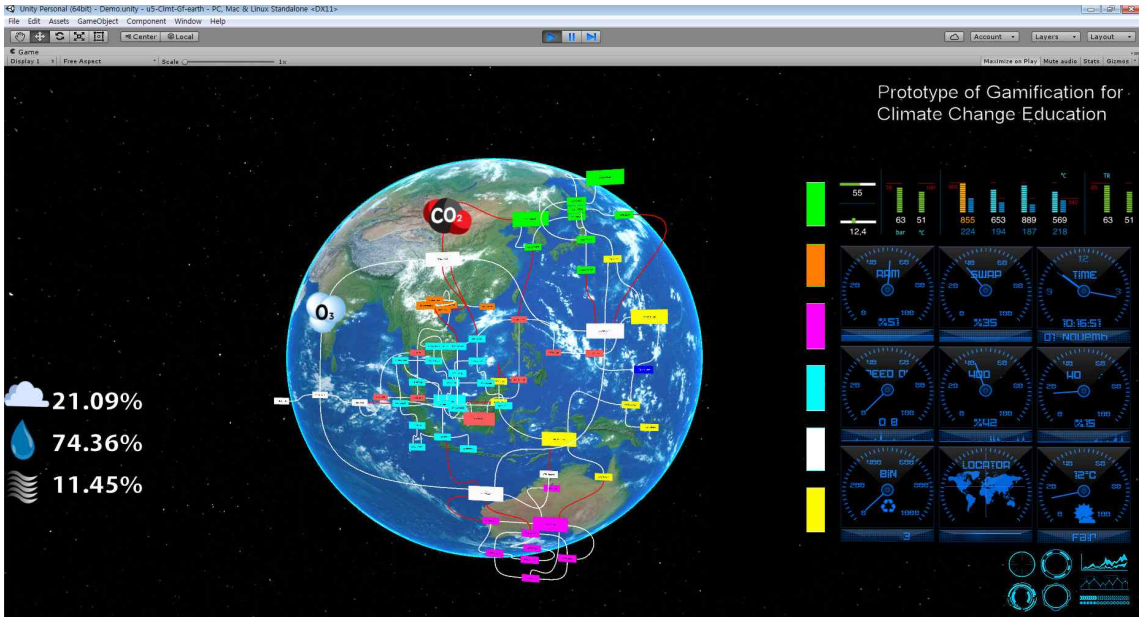
2.5 구현 및 평가

제안된 게임화 프로토타입은 유니티 5.4.1 환경에서 플래닛어스 오픈 템플릿과 3D모델 공개 애셋을 활용하여 개발하였다. 테스터들이 관할하는 각 그룹은 컬러 플래그로 차별화되며 이들 그룹 간에 이동되거나 직접적인 영향을 끼치는 중요한 요소들은 게임 객체 아이콘과 함께 라인 객체로 연결되어 관련성을 시각화하고 있다. 사용자 뷰 인터페이스는 지구 전 지역을 자유롭게 관찰하면서 전역적인 수준의 환경변화 영향을 살필 수 있도록 모든 각도 회전을 허용하는 입력 방식으로 구성하였다. 총 4회에 걸친 평가회의를 통하여 평가단이 제시한 의견들을 논의하여 합의된 내용을 반영하면서 수정을 거듭하였다.

먼저 용이성 평가에서 환경 요소 조작에 대한 가이드 시스템이 부족하다는 의견이 다수 제기되었다. 또한 계층화된 팝업 메뉴의 깊이 우선 설계가 한정된 화면을 복잡하게 만든다는 일부 의견이 있었다. 평가 의견들에 대하여 능동적으로 작동하는 가이드 시스템을 추가하고 기본 팝업 메뉴의 기본 레이아웃을 확장하여 팝업 깊이를 낮게 재구성하는 수정 방안을 도출하였다.



[Fig.2] Block diagram of our gamification system



[Fig.3] Screen shot of our gamification system

친밀성 평가에서 참여자들이 환경변화에 관련한 테스트를 진행하고 있다는 것을 인지하고 있는 상황이기 때문에 편안한 마음으로 시스템에 자주 참여하기 어려운 면이 있을 수 있다는 의견이 쟁점으로 부각되었다. 교육시스템 평가에 상존하는 문제이지만 근본적 해결책을 찾기 어려운 문제이다. 극적 요소로 설계한 동물가족을 다양화시켜 적용하자는 보완의견이 제기되었으나 교육용 게임화의 목적에 반하는 역효과를 우려하는 반대 의견과의 이견을 좁히지 못하여 두 가지 요소만 첨부하는 것으로 수정의견을 도출하였다.

관련성 평가에서는 환경변화 요인으로 도입한 요소들 간의 복합 반응을 더 현실적으로 작용하도록 방식을 구체화하여야 한다는 의견이 제시되었

다. 거론된 사례는 온실가스로 화학적 특성에 따라 복합적인 작용이 발생하여 환경변화를 증가시키는데 이러한 처리가 미흡하다는 지적이다. 사용 요소의 속성을 세분화하여 교차 연산을 설정하면 연산 복잡도가 증가할 수 있어 중요한 온실가스들에 대하여 제한적으로 복합효과를 구현하도록 수정의견을 도출하였다.

편이성 평가에서 각 사용자가 담당하는 국가의 환경 변화 활동과 결과를 히스토그램 형식의 인터페이스로 제공하는 것이 효과적이라는 의견이 제시되었다. 환경변화에 악영향을 주는 국가의 행동과 함께 그에 따른 명확한 결과를 보여줌으로써 인과성을 강조하여 게임화 시스템의 교육 가치를 높일 수 있기 때문에 수정의견으로 반영하였다.

유용성 평가에서는 여러 문제점들이 지적되었다. 첫째, 참여자가 보상시스템을 통한 게임성과에만 몰두하게 함으로써 교육의 본질적 가치가 전도될 가능성이 있는데 이를 효과적으로 방지할 장치가 필요하다는 의견이다. 환경변화에 공동대응하기 위한 실천적 노력에는 관심이 없으면서 게임화 시스템 내부에서의 플레이만 충실하게 하려는 경우에 해당한다. 로체스터 대학의 'JPP'와 같이 실효적인 활동을 자동으로 시스템에 등록하는 메커니즘을 도입하여 실천적 노력을 자연스럽게 유도하도록 개선할 필요가 있다.

둘째, 환경변화 대응을 위한 실제 활동에서는 성취도가 높지만 게임화 시스템에 참여하는 정도가 부족하여 낮은 평가를 받게 되는 경우가 지적되었다. 실세계에서의 상황이 제대로 반영되지 않기 때문에 내적 동기를 상실하는 계기로 작용하는데 제안된 시스템 평가에서도 유사한 불만 의견들이 공통적으로 제기되었다. 게임 외적인 방법으로 동화를 유도하는 방안을 고려할 필요가 있다.

셋째, 게임화 개념의 실효성을 부정하는 경우로, 게임화 모델이 되는 실존 대상에 비하여 이를 가상화한 시스템에 부정적이거나 냉소적 태도를 갖는 참여자들에 대한 문제점이다. 이들은 주변 참여자들에게도 부정적인 영향을 끼치게 된다. 게임화 요소에 대한 흥미가 원래부터 낮은 계층은 반드시 존재하므로 자발적 몰입을 고취하는 메커니즘 연구와 함께 관련 분야의 누적된 자료 분석이 더 필요할 것으로 보인다.

이상의 유용성에 대한 평가의견들을 바탕으로 평가자들과 다양한 논의를 거듭하였으나 시스템에 적용할만한 현실적 수정의견에는 도달하지 못하여 차기 버전의 발전 연구과제 항목으로 이양하였다.

3. 결론 및 제언

환경교육 게임화의 설계와 구현 과정에서 제기되는 외적 문제점들은 게임화를 통하여 근본적으로 해결할 수 없거나 상황을 왜곡시킬 우려가 있기 때문에 이런 한계를 최소화하기 위한 연구가 이루어져야 한다. 저수준의 환경변화 시뮬레이션 모듈도 그러한 왜곡 상황을 연출하는 요인이 될 수 있다. 피교육자들이 게임화 시스템에 익숙해지면 게임 요소를 효율적으로 활용하여 성과를 높여가는데 이 과정에서 복잡한 환경변화 현상을 단순한 것으로 오해할 수 있다. 제안된 게임화에서는 정규 환경 시뮬레이터 체계들이 실제 예측한 값들의 평균을 계수화 하여 보정하거나 의외의 상황을 객체화한 동적요소를 활용하는 방법으로 이를 보완하고 있으나 궁극적으로는 환경변화 시뮬레이션 모듈을 더 높은 수준으로 향상시켜 적용하여야 할 것이다.

교육 분야에 대한 국내의 게임화 응용이 경영 분야에 비하여 사례가 많지 않지만 융복합 교육에 게임화가 다양하게 적용되는 한편, 그 결과에 대한 발전적인 논의가 활성화되기를 기대한다.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by Jangan University Research Fund 2017. The author would like to thank game developers for their evaluation and opinion.

REFERENCES

[1] S. K. Kim. “An Observational Research on the Limitations and Side Effects of Gamification in Educating Human Resources”, Journal of Korea Game Society, 15(3): 87-96, 2015.

[2] L. Hannah, L. Flint, A. D. Syphard, M. A. Moritz, L. B. Buckley, and I. M. McCullough. “Fine-grain modeling of species’ response to climate change: holdouts, stepping-stones, and microrefugia”, Trends in Ecology & Evolution, 29(7), 2014.

[3] S. H. Lee and H. K. Jho. “A Review of Case Studies on Pedagogical Effects in Education of Energy and Climate Change”, Energy Climate Change Education, 5(2): 227-237, 2015.

[4] J. A. Woo and Y. S. Nam. “Development of Climate Change Education Plan: Focus on Applicable Plan of Middle School Curriculum”, Environment Education, 25(1): 117-133, 2012.

[5] J. F. Choi. “Gamification in Smart Learning Design to Enhance Speaking Skills for EFL Young Learners”, Journal of Korea Game Society, 16(3): 7-16, 2016.

[6] S. K. Kim. “Present and Future of Gamification: Cases and Trend”, Weekly Technical Trend of NIPA June 2012, 2012.

[7] K. Werbach and D. Hunter. “For the Win. How Game Thinking Can Revolutionize your Business”, Wharton digital press, 2012.

[8] Y. B. Kafai. “Education From Computational Thinking to Computational Participation in K-12 Education”, Communications of the ACM, 59(8): 26-27, 2016.

[9] E. K. Avsar. “Analysis of Gamification of Education”, International Conference on Contemporary Issues in Education 2016 Zagreb, 2016.

[10] R. Rozeboom and C. Lampe. “Talks About Gamification in Academia”, Lecture Notes and Video, 2012.

[11] S. Nikkila et al. “Playing in Taskville: Designing a Social Game for the Workplace”, ACM CHI 2011, 2011.

[12] L. Phillips and K. Werbach. “Gamification Design Framework”, Winter 2014 Wharton School, University of Pennsylvania, 2014.

[13] S. J. Park and S. K. Kim. “Experimental Validation of Butler’s MBTI-based Gamification Framework”, Journal of Korea Game Society, 16(2): 17-26, 2016.

[14] U. Hammerschall. “Gamification in Software Engineering”, Presentation at the University of Applied Sciences Munich, 2016.

[15] A. Ambusaidia, E. Boyesb, M. Stanisstreetb, and N. Taylor. “Omani students’ views about global warming: beliefs about actions and willingness to act, International Research in Geographical and Environmental Education”, 21(1): 21-39, 2012.

[16] T. Fullerton et al. “Game Design Workshop : A Playcentric Approach to Creating Innovative Games”, Elsevier, 77-125, 2008.

[17] E. Monier, X. Gao, J. Scott, A. Sokolov, and A. Schlosser. “A Framework for Modeling Uncertainty in Regional Climate Change”, Report No.244, MIT Joint program on the science and policy of global change, 2013.

[18] A. Dai, W. M. Washington, G. A. Meehl, T. W. Bettge, and W. G. Strand. “The ACPI Climate Change Simulations”, Climatic Change, 62: 29-43, 2004.

[19] M. S. Mizielinski et al. “High-resolution Global Climate Modelling: the UPSCALE Project, a large-simulation campaign”, Geoscientific Model Development, 7: 1629-1640, 2014.

[20] H. Turral, J. Burke, and J. Faures. “Climate change, water and food security”, FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nations) Water Report, 2011.

[21] K. Gillingham, W. Nordhaus, D. Anthoff, G. Blanford, V. Bosetti, P. Christensen, H. McJeon, J. Reilly, and P. Sztorc. “Modeling Uncertainty In Climate Change: A Multi-model Comparison”, Cowles Foundation Discussion Paper No.2022, Yale University, 2015.

정 찬 용 (Jung, Chan Yong)

(현)장안대학교 IT학부 게임컨텐츠과 조교수
(전)한국게임학회 프로그래밍 분과위원장
(전)서강대학교 연구교수
(전)삼성 SDS 정보기술연구소

관심분야 : Gamification, 기능성게임, 게임언어