www.ksii.or.kr

2026년
추계학술 발표대회

10월 22일(목) – 10월 24일(토)

세인트존스호텔 (강원도 강릉시)

주최 · 주관

사단법인 한국인터넷정보학회

후 원

㈜나루씨큐리티, ㈜피씨엔, ㈜아이티센엔텍, 한화시스템㈜,
㈜LIG시스템, 케이투웹테크㈜, 강원관광재단, 강릉관광개발공사



www.ksii.or.kr
KSII
사단법인 KOREAN SOCIETY FOR INTERNET INFORMATION 한국인터넷정보학회

논문발표

10월 23일(금) 10:40~12:10 (Room 5 / 바부다 4)

세션 I	좌장: 김영철 교수(홍익대)

AI-Metaverse

I-1 가상 융합 쇼핑몰에서의 테스트 에이전트 기반 자동 테스트 메커니즘
정현욱, 김장환, 김영철(홍익대)

I-2 가상 융합 전시관 내 시각·공간 문맥 활용 기반 고도화 RAG 지향 AI 도슨트 구현 사례
김인용, 김장환, 서채연(홍익대), 전병국(강원대), 김영철(홍익대)

I-3 사용자 의도와 생성형 AI 결과의 일치도 평가를 위한 개념 정의 및 평가방법
정연주, 서채연, 김영철(홍익대)

I-4 사용자 선호도 메트릭스 기반 Text-to-Video 생성 결과 평가 방안
정연주, 서채연, 김영철(홍익대)

I-5 LLM기반 AI챗봇 자가 치유 메커니즘
김성회, 서채연, 김영철(홍익대)

10월 23일(금) 10:40~12:10 (Room 6 / 카리브 2)

[워크숍] XR 콘텐츠 자율변형 프레임워크 기술 세션 3	자체 진행

10월 23일(금) 10:40~12:10 (Room 7 / 카리브 1)

육사 AI R&D센터 특별섹션 세미나 1	좌장: 이준 교수(육사)

가상 융합 쇼핑몰에서의 테스트 에이전트 기반 자동 테스트 메커니즘

정현욱, 김장환, 김영철*
홍익대학교 소프트웨어융합학과 SE연구실
e-mail : junghyunwook@lotte.net, lentoconstante@hongik.ac.kr, bob@hongik.ac.kr

Test Agent Mechanism on Virtual Shopping Mall

Hyeon-Uk Jeong, Janghwan Kim, R. Young Chul Kim

1. 서 론

기존 M&S, CPS, Metaverse, 그리고 게임공학에서 사용자 활동의 단위는 화면 조회이지만, 가상융합 쇼핑몰 플랫폼에서 매장에 들어가 상품을 고르고 입어보는 아바타 액션의 연속이며, 각 액션은 클라이언트와 백엔드의 경계를 넘나든다. 또한 지금까지 수동 테스트를 통해 완성도를 검증했지만, 비용과 시간이 너무 많이 소요됐다. 문제는 가상융합 환경에서는 다른 테스팅 방안이 필요하다는 것이다. 그런데 가상환경 메커니즘의 테스트는 지금도 수동 테스트이거나 픽셀 비교 방식이라, 비용이 아바타의 액션 조합에 비례해 기하급수적으로 늘어난다.

자동 테스트 방향은 아바타를 조종해 객체를 조작하고 결과를 판정하는 자동 실행 주체인 테스트 에이전트를 세우는 것인데, 그 판정의 기준 단위를 아바타 액션으로 한다. 본 논문은 Kim[1][2]의 시나리오 기반 통합 테스트 기법을 가상 환경 메커니즘화에 적용하고, 테스트 단위를 아바타 액션과 결합해 가상 융합 환경 기반 자동 테스트 메커니즘을 제안한다.

2. 관련 연구

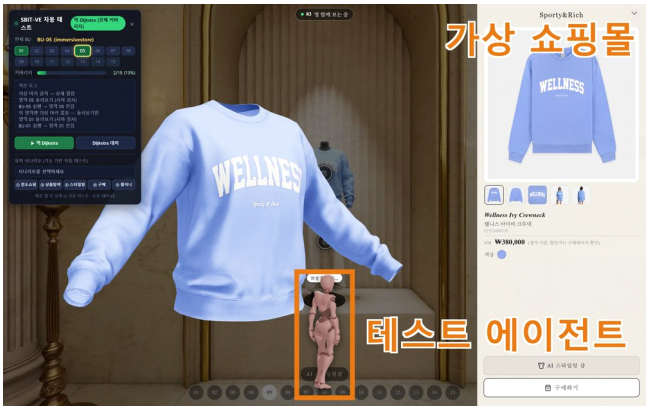
지금까지 가상환경·게임의 테스트는 사람의 플레이 테스트와 화면 캡처 비교가 주류였다. Kim의 방법[1][2]은 유스케이스에서 액션 단위를 추출해 액션 매트릭스로 조직하고 발생확률[3]로 서열화했으나 단위가 아바타 액션과 연결하기 어렵다. 유스케이스 기반 테스트 생성[5]은 코드 수준에 머물러 있고, 기존의 자동화 도구는 가상 공간의 내부 객체를 선택자로 다루지 못한다. 본 논문은 테스트 단위를 아바타 액션과 결합하고, 시나리오 개수의 하한 판정 절차를 추가한다.

3. 제안하는 테스트 메커니즘

본 연구는 테스트 에이전트를 실행 주체로 세우고, 그 에이전트가 무엇을 어떤 순서로 실행할지를 아래 요소로 정한다.

3.1 테스트 에이전트

테스트 에이전트는 가상 환경에 입장한 아바타를 조종해 시나리오가 지시하는 객체를 차례로 조작하고, 각 조작의 결과를 단언으로 판정하는 자동 실행 주체다. 그림 1과 같이 에이전트는 가상 쇼핑몰 안에서 객체를 조작하며 실행 로그와 단위 커버리지를 남긴다.



(그림 1) 가상 쇼핑몰에서 구동 중인 테스트 에이전트(아바타).

3.2 테스트 에이전트 행위 단위 (TAAU)

테스트 에이전트 행위 단위(Test Agent's Action Unit, TAAU)는 에이전트의 아바타가 하나의 객체에 행하는 최소 행위로, 4-튜플 (id, name, function, domain)로 정의한다. function은 아바타 액션이 발동하는 엔진 이벤트 또는 서비스 호출이다. 후보는 C1(단일 트리거·단일 관찰 결과), C2(외부 상태 없는 독립 판정), C3(더 쪼개면 관찰·검증이 불가능한 원자성)을 모두 만족할 때에만 TAAU로 인정된다. 단위를 객체에 귀속시키므로 시나리오는 곧 객체 순회 순서가 된다.

3.3 액션 매트릭스와 전이 확률

시나리오 집합 S와 액션 집합 A에 대해 액션 매트릭스는 |S|×|A| 행렬로 표현할 수 있으며, 각 셀에는 해당 시나리오에서의 실행 순서를 기재한다. 표 1과 같이 공통 접두 구간이 열 방향의 연속 블록으로 드러나며, 상태 튜플이 아닌 행위 수준 노드를 사용하므로 상태 폭발을 피할 수 있다.

(표 1) 액션 매트릭스.

ID	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
S1	1	2	3	4	5	6	7					8
S2	1	2	3	4	5	6		7		8	9	10
S3	1	2	3						4	5	6	7

전이확률 p는 추정하지 않고 구현 산출물에서 실측한다. 규칙은 하나로, 각 결정 노드에서 제어를 다른 객체로 넘기는 어포던스를 세어 그 비를 확률로 삼되 복귀 출구도 같이 센

다. 매장은 무작위 순회의 정상분포로 가중해 마네킹 0.890/피팅룸 직행 0.110, 의상은 세 출구(장바구니 담기·피팅룸·내려놓기) 각 1/3, 피팅룸은 두 출구(구매·복귀) 각 1/2이다.

3.4 우선순위 점수

부분경로 P의 재사용성은 R_sub(P) = length(P) × freq(P)이며, 시나리오 s의 재사용성 R_path(s)는 최대 재사용 부분경로들의 합이다. 발생확률 P_occ(s)는 경로상 전이확률의 곱으로, Musa의 운영 프로파일[3]을 따른다. 두 성분의 정규화 가중 결합이 테스트 우선순위 점수이다.

$$TP(s) = \alpha \cdot R'\,path(s) + \beta \cdot P'\,occ(s)$$

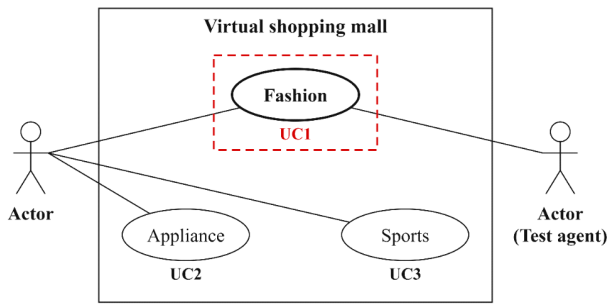
여기서 α+β=1, 프라임은 min-max 정규화이다. α는 트래픽 인증(α→0)·균형 회귀(기본 0.6)·결함 검출(α→1)의 3가지 프로파일로 운용하며, TP가 같으면 발생 확률 P_occ가 높은 시나리오를 먼저 실행한다.

3.5 경로 생성 결정 절차

시나리오 개수는 그래프가 결정한다. 해밀턴 경로의 존재를 Held - Karp 동적 계획법[4]으로 판정하며, 두 정점의 단독 선행자가 같으면(in(u)= in(v)= {c}) 부존재가 즉시 확정된다. 단일 순회가 존재하면 최대 가중치 해밀턴 경로가 모든 단위를 덮는다. 부존재면 실행 가능한 경로를 열거한 뒤, 전 단위를 덮는 최소 부분집합을 구하며, 그 크기가 "최소 테스트 케이스"의 기준이 된다.

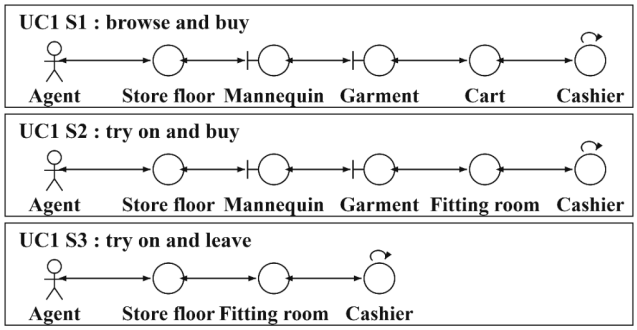
4. 적용 사례: 가상 쇼핑몰

가상 쇼핑몰에서 유스케이스 4개와 TAAU 12개를 도출했다. 그림 2는 아바타와 테스트 에이전트로 정의된 액터와 유즈케이스의 관계를 보여준다.



(그림 2) 유스케이스 다이어그램.

분기는 매장과 의상 두 곳이며, 그 조합에서 세 시나리오가 나온다. 그림 3과 같이 둘러보고 사기는 의상을 장바구니에 담아 캐셔로 가고, 입어보고 사기는 피팅룸에서 입어본 뒤 바로 캐셔로 가며, 입어보고 나가기는 마네킹과 의상을 거치지 않고 곧장 피팅룸으로 간다. 품절·서비스 오류는 예외 변형으로 분리한다.



(그림 3) 시나리오별 객체 순회 경로.

(표 2) 적용 결과 요약.

시나리오	R_path	P_occ	TP	순위
입어보고 사기	23	0.1483	0.754	1
둘러보고 사기	19	0.2966	0.600	2
입어보고 나가기	17	0.0551	0.000	3

세 시나리오는 25 스텝으로 12개 단위와 전이 7종을 모두 포함하고, α=0.6 기준 누적 커버리지는 10/12 → 11/12 → 12/12이며 1순위만으로 단위 83.3%가 검증된다. G와 H가 단독 선행자 F를 공유해 해밀턴 경로가 존재하지 않고, 세 시나리오가 고유 단위를 하나씩(G·H·I) 가져 어떤 두 개도 11/12에 그치므로 3개가 증명 가능한 최소이다. 서열은 α≈0.48에서 갈려, 트래픽 인증 프로파일은 둘러보고 사기를, 균형·결함 검출 프로파일은 입어보고 사기를 먼저 테스트한다. 세 시나리오의 트래픽 소계는 50%이고 나머지 절반은 보던 의상을 내려놓거나 매장으로 돌아가는 복귀·이탈이다.

5. 결 론

본 논문은 가상 쇼핑몰을 위한 테스트 에이전트 주도 시나리오 기반 통합 테스트 메커니즘을 제안하였다. TAAU 판정 기준, 액션 매트릭스와 실측 전이확률, 우선순위 점수, 시나리오 하한 결정 절차가 구성이며, 가상 쇼핑몰에서 최소 테스트 케이스로 전 단위·전 전이 커버리지를 확인하였다.

참 고 문 헌

[1] R. Y. C. Kim and C. R. Carlson, "Scenario-based integration testing for object-oriented software development," in Proc. of 8th Asian Test Symposium (ATS'99), pp. 283-288, 1999.
[2] R. Y. C. Kim, B. G. Joo, K. C. Kim, and B. K. Jeon, "Scenario-based testing & test plan metrics based on a use case approach for real-time UPS," in Proc. of ICCSA 2003, LNCS 2668, pp. 646-655, 2003.
[3] J. D. Musa, "Operational profiles in software-reliability engineering," IEEE Software, vol. 10, no. 2, pp. 14-32, 1993.
[4] M. Held and R. M. Karp, "A dynamic programming approach to sequencing problems," J. SIAM, vol. 10, no. 1, pp. 196-210, 1962.
[5] C. Nebut et al., "Automatic test generation: a use case driven approach," IEEE Trans. Software Eng., vol. 32, no. 3, 2006.