

2020년 일반공동연구지원사업_융복합연구

노인의 이동성 향상을 위한
웨어러블 로봇 시스템 개발 연구



연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2020년 일반공동연구지원사업_융복합연구

노인의 이동성 향상을 위한 웨어러블 로봇 시스템 개발 연구

책임연구자: 전해정 / 연세대학교 아동가족학과 / hjjun@yonsei.ac.kr

공동연구자: 김광준 / 세브란스병원 내과학교실 / PREPPIE@yuhs.ac

김대은 / 연세대학교 전기전자공학과 / DAEEUN@yonsei.ac.kr

김윤명 / 연세대학교 학부대학 / YOONKIM@yonsei.ac.kr

김창오 / 세브란스병원 노년내과 / COKIM@yuhs.ac

임윤묵 / 연세대학교 사회환경시스템공학부 / YUNMOOK@yonsei.ac.kr

김성희 / 성균관대학교 국제협력융합바이오연구소 / iamseonghee@yonsei.ac.kr

이창민 / 연세대학교 BEST Y-BASE 지능정보교육연구사업단 / lmin@yonsei.ac.kr

주수산나 / 연세대학교 BK21 Symbiotic Society and Design / jssn@yonsei.ac.kr



목 차



I 사업개요 및 연구 소개

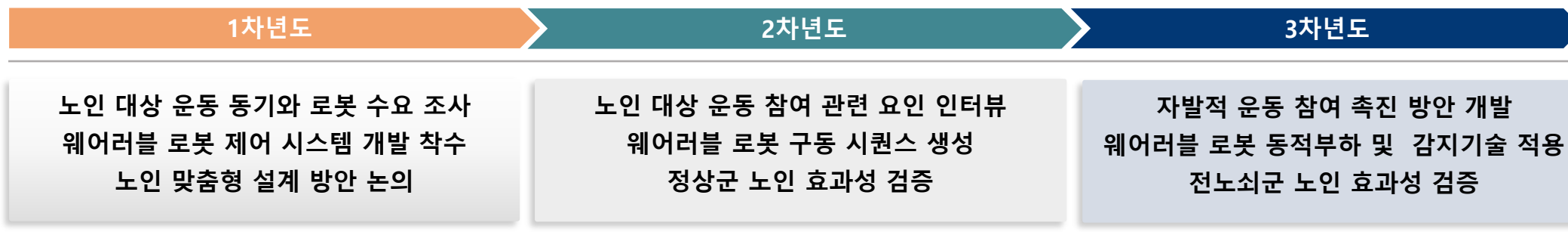
II 연구 계획

III 1차년도 연구 성과

IV 추진 일정 및 기대효과

사업개요

사업유형	일반공동연구지원사업(융복합연구)	과제번호	2020-S1A5A2A-03044672
과제명	노인의 이동성 향상을 위한 웨어러블 로봇 시스템 개발 연구		
	Development of Wearable Robot System for Improving Mobility of Older Adults		
주관기관	연세대학교 산학협력단	연구책임자	전혜정
총 수행기간	2020. 07. 01 ~ 2023. 6. 30.	연구분야	성인 및 노년학/ 로봇공학/ 노인의학 및 운동생리학



참여 연구진

전혜정·주수산나·김성희

생활과학대학
노인의 심리사회적
특성 및 욕구



김창오·김광준

세브란스 병원 의과대학
임상 및 효과성
노인 ICT 기술 개발

김대은·임윤묵·이창민

공과대학
로봇 시스템
인공지능

김윤명

학부대학
맞춤형 운동설계
운동효과성

연구의 필요성

고령사회
노인 의료비 및 돌봄 문제 대두

보건복지부 지역사회 통합 돌봄 정책
'살던 곳에서, 건강한 노후'

노년기 근육량 및 근력감소
신체·정신건강 악화 및 의존성 증가

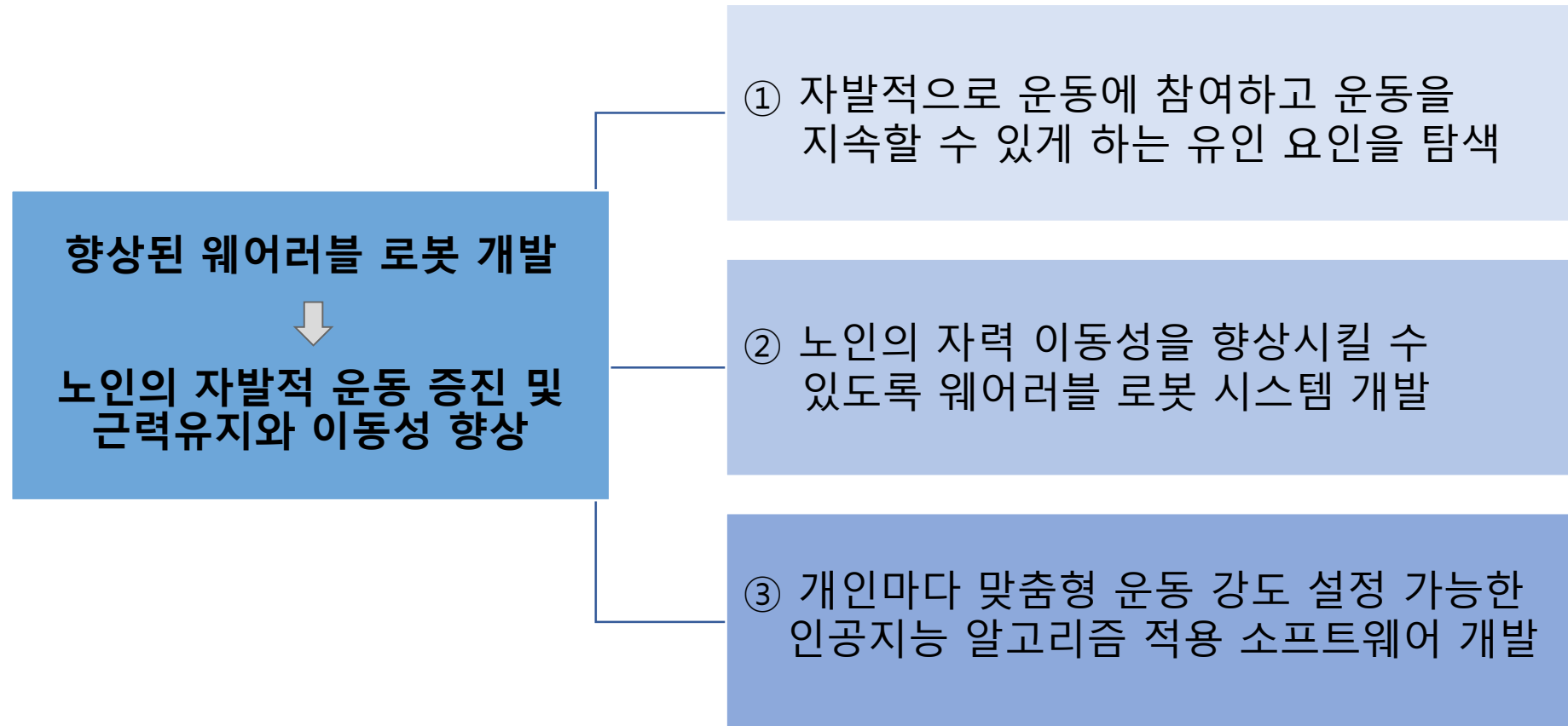
노년기 이동성 향상을 위한 노인 맞춤형 예방 및 관리지원 필요

- 노인 이동성에 관한 논의 : 근육과 근력 감소 경험 이전에 적절한 신체활동을 통해서 근력을 유지 및 강화하는 **예방적** 관점으로 전환 필요
- 재활·보조에 초점을 맞춘 기존 웨어러블 로봇 용도를 **헬스케어** 측면에서 운동 참여를 증진할 수 있도록 확장 필요

- 'Aging in Place' 노인의 독립적인 일상생활 유지를 위한 주요 요소 (Walston, 2012)
- 'Use it or Lose it' 보조기구 사용으로 인한 근력 및 근육량 감소의 가속화 (Rea, 2017)
- 'Persuasive technology' 지속적 운동 참여를 위한 자발적 동기 요인 발견 및 적용 필요

연구 목표 및 주요 내용

노인 맞춤형 웨어러블 로봇을 이용한 운동 참여 촉진



연구 계획

노인의 헬스 케어를 위한
자발적 운동 참여 동기 및 욕구에
영향을 미치는 요인 파악 및 관련 콘텐츠 기획



노인 헬스 케어 웨어러블 로봇 개발

1 1 차 년 도

- # 노인 대상 운동 동기와 로봇 수요 조사
- # 웨어러블 로봇 제어 시스템 개발 착수
- # 노인 맞춤형 설계 방안 논의

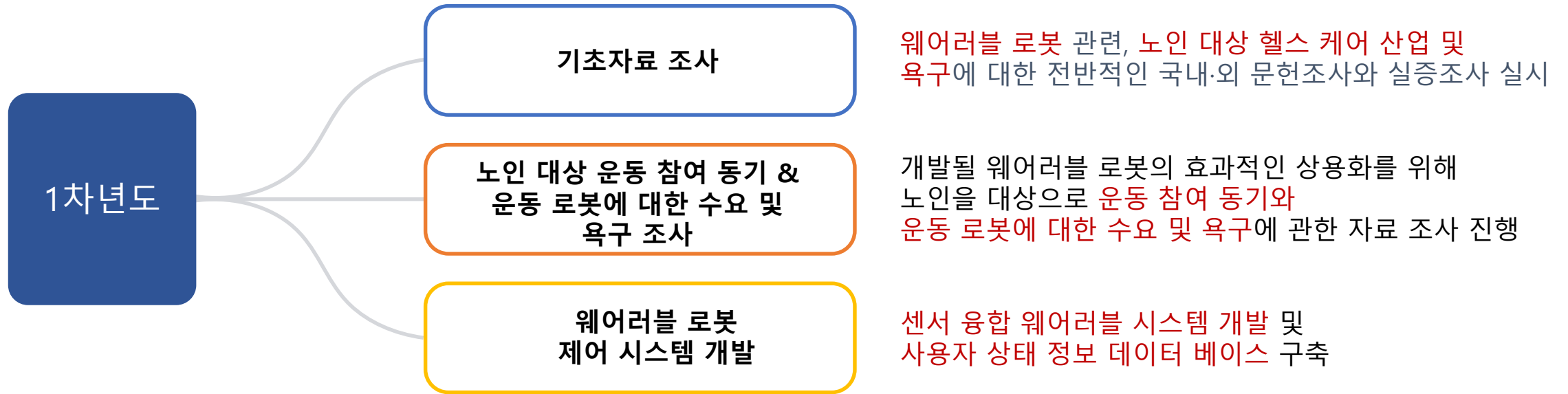
2 2 차 년 도

- # 노인 대상 운동 참여 관련 요인 인터뷰
- # 웨어러블 로봇 구동 시퀀스 생성
- # 정상군 노인 효과성 검증

3 3 차 년 도

- # 자발적 운동 참여 촉진 방안 개발
- # 웨어러블 로봇 동적부하 및 감지기술 적용
- # 전노쇠군 노인 효과성 검증

세부 연구 계획



세부 연구 계획

2차년도

노인 대상 운동 참여 동기 & 운동 로봇에 대한 수요 및 욕구 조사

- 1차년도에 이어 2차년도에도 지속적으로 양적 자료 축적을 위한 설문조사를 진행
- 노인을 대상으로 한 운동 참여 동기와 운동 로봇 관련 수요 및 욕구에 관한 인터뷰를 진행

웨어러블 로봇 구동 시퀀스 생성을 위한 적응형 운동 지능 모델 개발

- 다양한 종류의 운동 선정
- 각 운동별 시범 정보 획득
- 웨어러블 로봇 구동 모델 수립

사용자 맞춤 운동 추천 및 알림 시스템 개발

- 사용자 상태 맞춤 초기 세팅 후 운동 정보 기록 및 적절한 운동 주기 알림 통해 지속적 운동 지도
- 딥러닝 통해 학습한 사용자 상태를 바탕으로 운동 주기, 종류, 강도 추천 및 관리하는 개별 최적화 시스템 포함

노인 정상군 효과성 검증

- 1) 지역사회 거주 만 65세 이상 노인들 중 웨어러블 로봇 사용성 평가에 대한 참여의사를 밝힌 이들 중 연구 대상자 구성
- 2) 효과성 측정 지표 규정 위해 기존의 선행연구 검토 및 연구진 간 논의 진행

세부 연구 계획

3차년도

자발적 운동 참여
촉진 방안 개발 및 반영

- 운동 로봇 관련 수요 및 욕구에 대한 설문조사 추가 진행
- 노인 대상 운동 참여 촉진 요인에 대한 요인분석 실시 이를 기반으로 운동 동기 콘텐츠를 개발

피드백 기반
개별 시퀀스 최적화

- 센서 융합을 통한 최적 시퀀스 생성
- 시계열 다차원 복합 정보 융합 피드백 프로세스
- 이동 시퀀스의 최적 경로를 얼마나 잘 따라갔는지, 경로 반복 횟수 등을 점수로 변환하여 기능 평가

동적 부하를 통한
근력 보존 및 강화

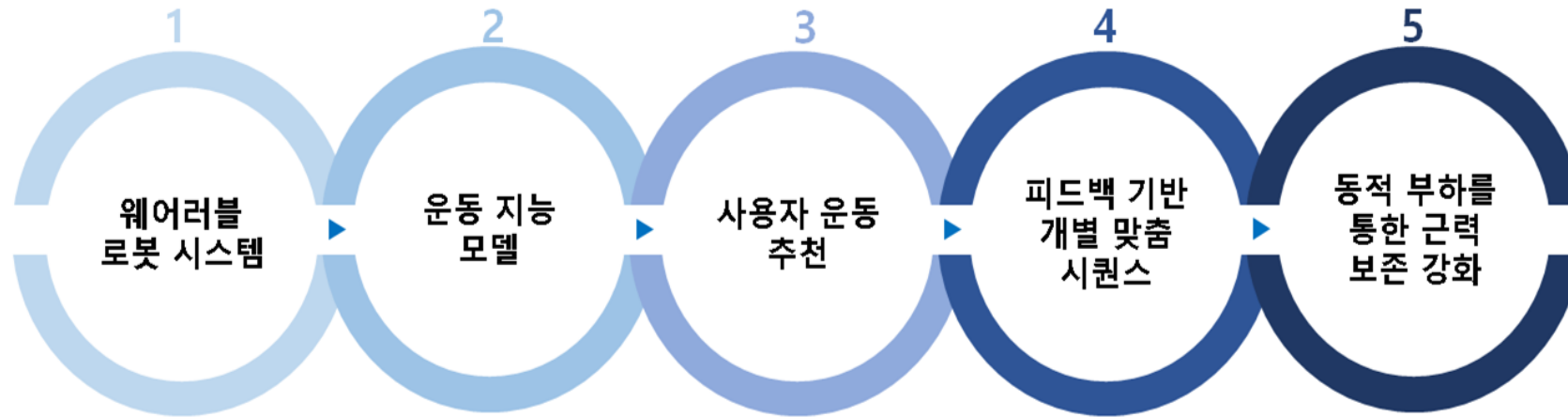
- 동적 역제어 생성
- 기능 문제 감지 및 경고

노인 전 노쇠군
효과성 검증

- 1) 지역사회 거주 만 65세 이상 전 노쇠군(Pre-frail)노인들 중 웨어러블 로봇 사용성 평가에 대한 참여의사를 밝힌 이들 중 연구 대상자 구성
- 2) 기존의 선행연구 검토 및 연구진 간 논의 통해 효과성 측정 지표를 전 노쇠군에 맞게 수정

세부 연구 계획

맞춤형 서비스 로봇 시스템의 5가지 기능



- 노인 대상 운동 참여 동기와 운동 로봇에 대한 수요 및 욕구 조사
- 자발적 운동 참여 촉진 방안 개발 및 반영

연구 성과 1: 학술발표

- 대한전기학회(KIEE), CICS'20 정보 및 제어 학술대회 포스터 발표 (1편)
 - 다중 주파수 전기 자극을 통한 제스처 구분
- 한국로봇학회(KROS), 한국로봇종합학술대회(KRoC 2021) 논문 투고 (3편)
 - 자기장 센싱 시스템 기반 외부 자기물체 위치 추정 연구
 - 관절 기반 신체 균형 측정 시스템
 - 다중 주파수 분석을 통한 제스처 인식을 향상 연구
- Gerontological Society of America(GSA) 2021 학술대회 포스터 발표 예정
 - 노인 기술수용 관련 연구 초록 16편 투고
- 한국노년학회 2021년 학술대회 발표 및 학술지 투고 예정
 - 노인의 이동성 향상을 위한 웨어러블 로봇에 관한 기술수용태도 및 사용의향
 - 웨어러블 로봇에 대한 노인 기술수용 영향요인: 지각된 용이성과 유용성을 중심으로
- 연구팀 주관 공개 세미나: 6월 마지막 주 중 예정
 - 연구소개, 노년학/로봇공학 연구팀 연구성과 공유 및 토론

연구 성과 2: 기초자료 수집

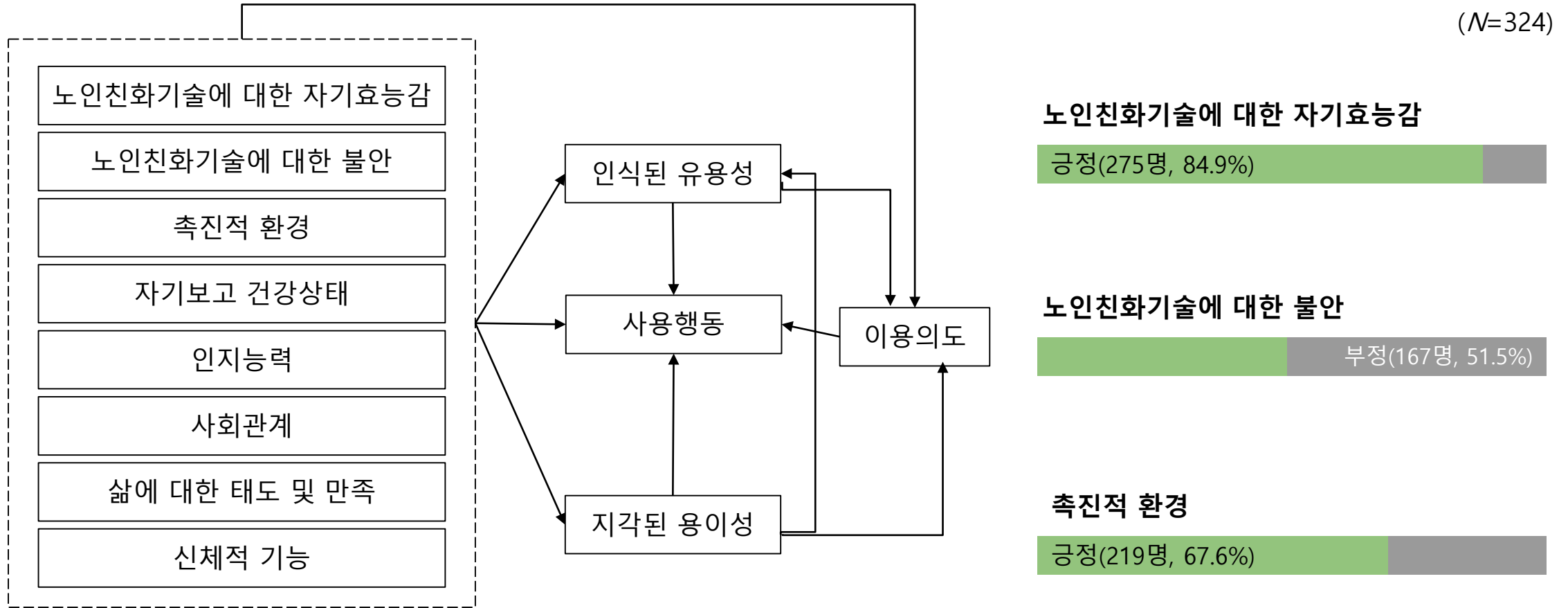


Figure 1. The proposed senior technology acceptance model (STAM)
 Chen, K., & Chan, A. H. S. (2014). Gerontechnology acceptance by elderly Hong Kong Chinese: a senior technology acceptance model (STAM). *Ergonomics*, 57(5), 635-652.

연구 성과 2: 기초자료 수집

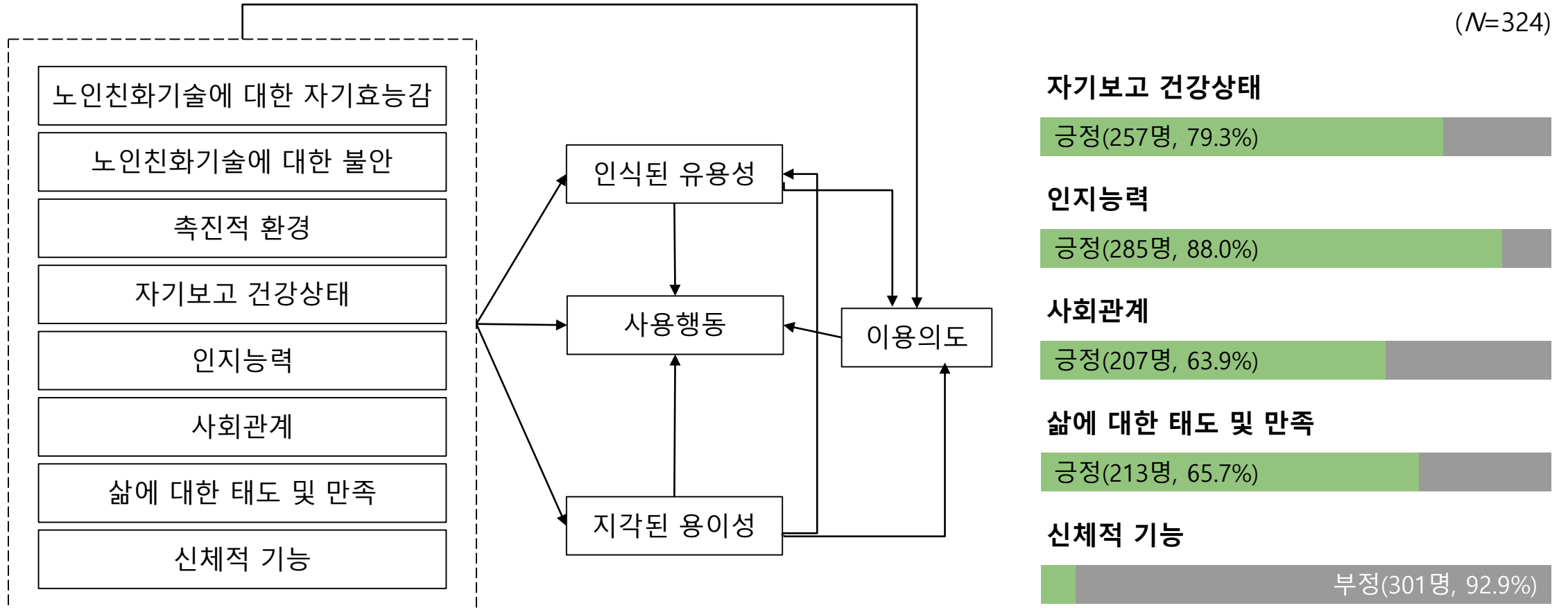


Figure 1. The proposed senior technology acceptance model (STAM)
 Chen, K., & Chan, A. H. S. (2014). Gerontechnology acceptance by elderly Hong Kong Chinese: a senior technology acceptance model (STAM). *Ergonomics*, 57(5), 635-652.

연구 성과 2: 기초자료 수집

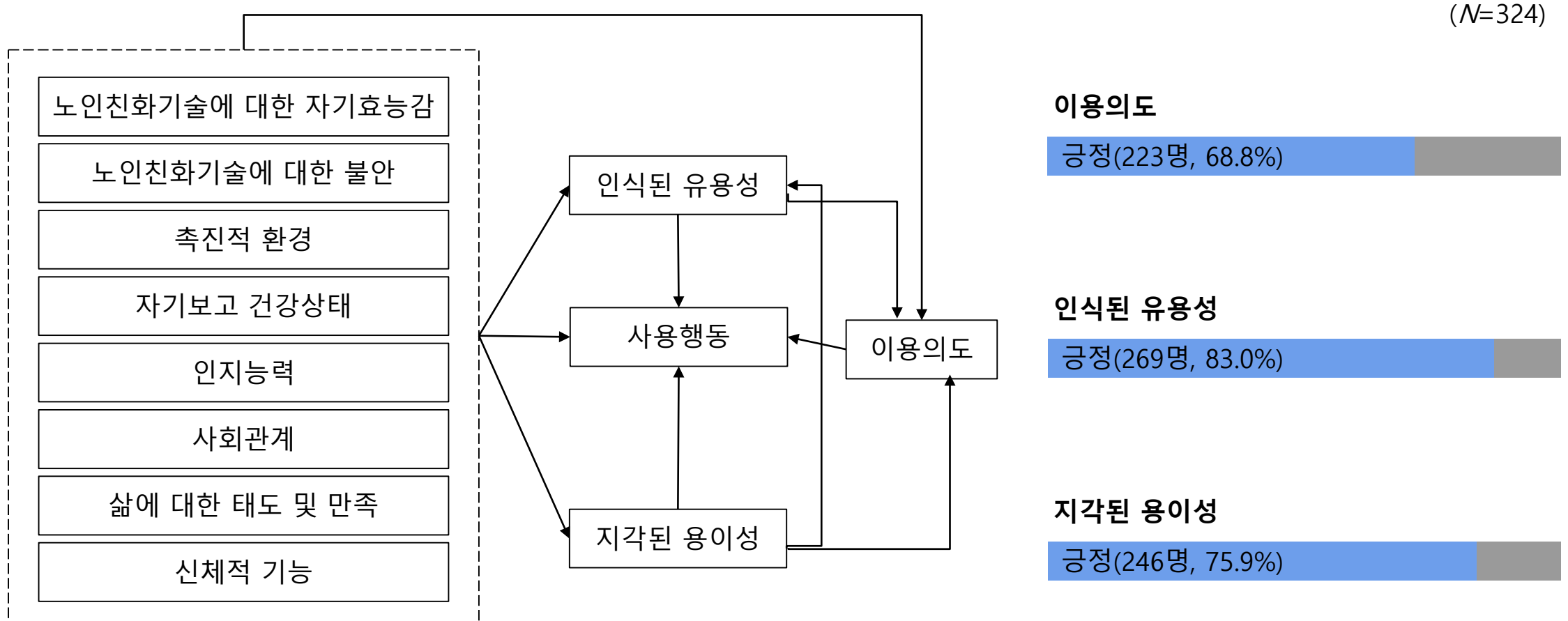


Figure 1. The proposed senior technology acceptance model (STAM)
 Chen, K., & Chan, A. H. S. (2014). Gerontechnology acceptance by elderly Hong Kong Chinese: a senior technology acceptance model (STAM). *Ergonomics*, 57(5), 635-652.

연구 성과 3: 기초자료 수집

운동동기변수	아니오 N(%)	예 N(%)
규칙적 운동 여부(N=324)	145(44.8%)	179(55.2%)
운동동기_의사권유	139(77.7%)	40(22.3%)
운동동기_즐거움	76(42.5%)	103(57.5%)
운동동기_체중감량	106(59.2%)	73(40.8%)
운동동기_여가	78(43.6%)	101(56.4%)
운동동기_건강 유지	3(1.7%)	176(98.3%)
운동동기_관계	140(78.2%)	39(21.8%)

(N=179)

의사 권유



즐거움



체중감량



여가



건강유지

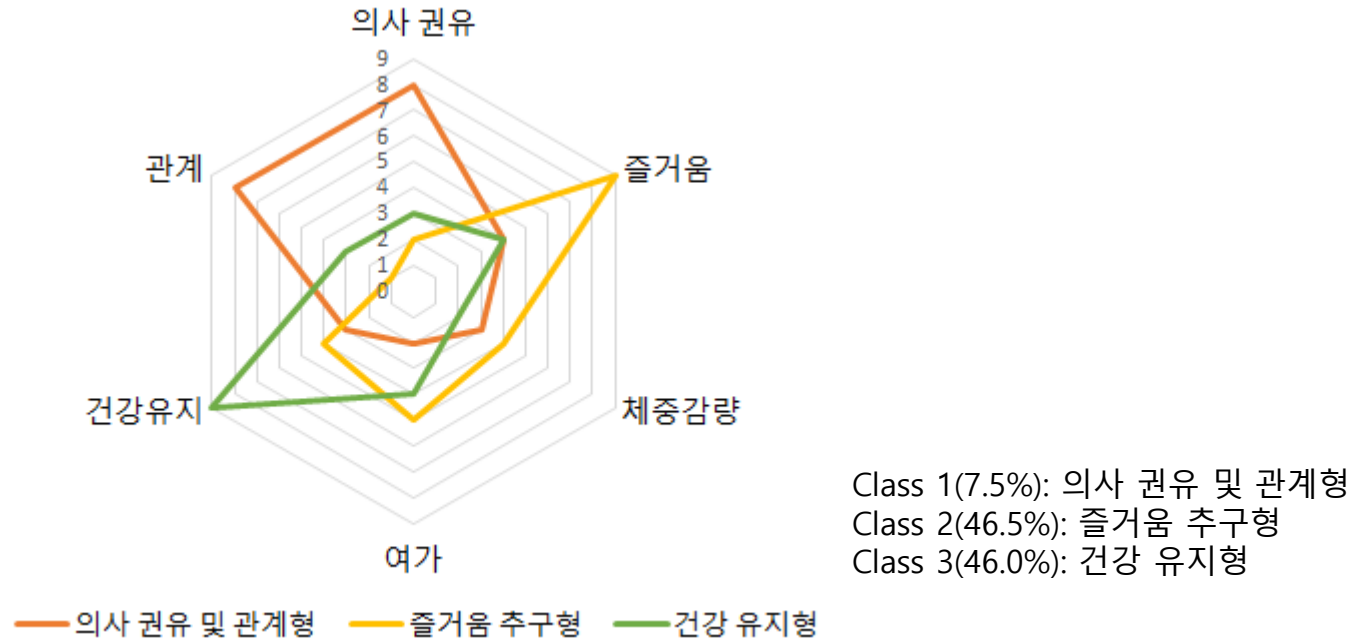


관계



연구 성과 3: 기초자료 수집

잠재계층분석(Latent Class Analysis: LCA) 결과



다항 로지스틱 회귀분석 결과

- 남성, 낮은 교육수준, 높은 지역사회 만족도, 주관적 건강을 긍정적으로 인식할수록 '건강 유지형'보다는 '즐거움 추구형'에 속할 확률이 높았음
- 지역사회 만족도가 높을수록 '건강 유지형'보다는 '의사 권유 및 관계형'에 속할 확률이 높았음

연구 성과 4: 관절 기반 신체 균형 측정 시스템

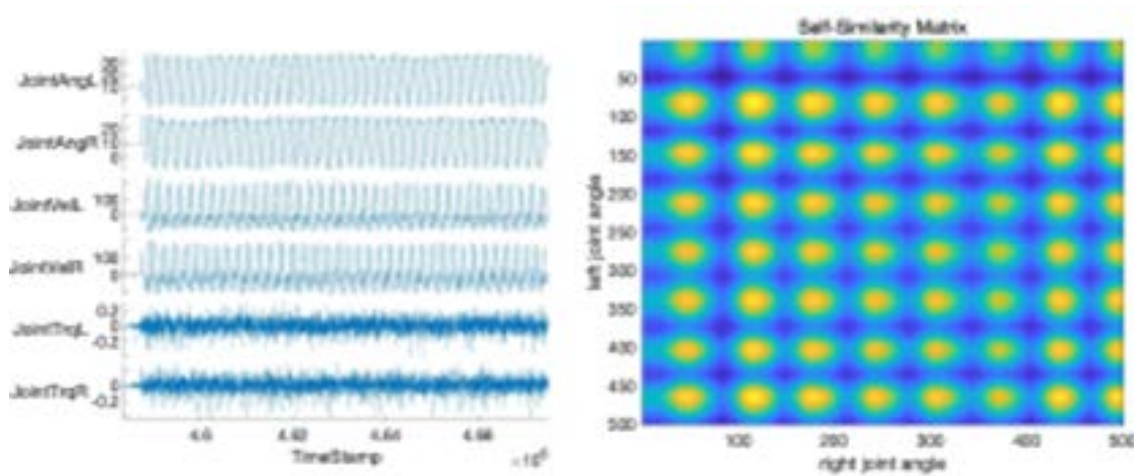


그림1. 관절 변화 데이터와 상호 연관성

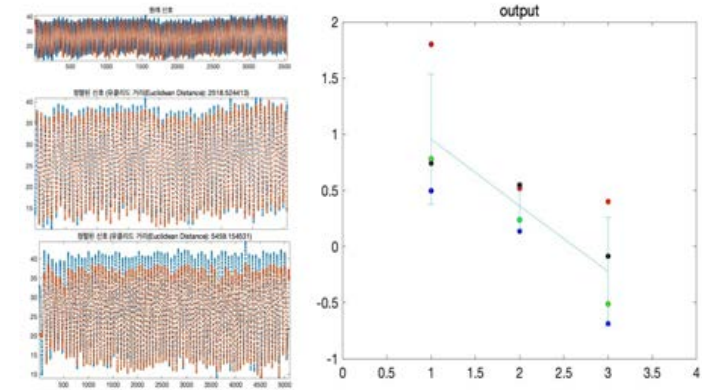


그림2. DTW 기반 데이터 정렬과 점수화 결과

- 외골격 기기를 이용하여 관절 기반 신체의 균형 측정하는 시스템 연구 진행
- 하지 외골격 로봇을 착용한 상태에서 보행 시 발생하는 좌우 데이터의 차이를 관찰하고 균형 여부를 점수화함
- 연구결과: 좌우 불균형의 존재 여부를 판단 할 수 있음

구분 과제 내용	연월별 추진 일정											
	2020	2021				2022				2023		
	9-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	
연구 계약체결 / 1차년도 연구 IRB 승인 / 1차년도 설문 및 프로토콜 확정	◆											
연구 대상자(노인 대상 운동 동기 운동 로봇 수요 조사 1차) 모집	◆	◆										
웨어러블 로봇 추가 탐색 및 선정 및 노인 맞춤 설계 방안 논의 센서 융합 외골격 시스템 개발 및 사용자 상태 정보 데이터베이스 구축		◆	◆									
노인 대상 운동동기 및 운동 로봇 관련 조사 진행(1차)		◆	◆	◆								
노인 대상 운동동기 및 운동 로봇 수요 관련 인터뷰 준비				◆								
웨어러블 로봇 구동 시퀀스 생성 / 사용자 맞춤 운동 추천 및 알림 시스템 개발				◆	◆							
노인 대상 운동 동기 및 운동 로봇 수요 인터뷰 진행 / 노인 정상군 효과성 검증					◆	◆						
인터뷰 분석 및 조사내용 수정 / 노인 대상 운동 동기 및 운동 로봇 수요 조사(2차)						◆	◆	◆				
피드백 기반 개별 시퀀스 발전								◆				
동적 부하를 통한 근력 보존 및 강화 기술 개발 및 적용 1~2차년도 설문조사 및 인터뷰 자료 분석								◆	◆			
추가 인터뷰 분석 조사내용 수정 / 노인 대상 운동 동기 및 운동 로봇 수요 조사(3차) / 피드백 기반 개별 시퀀스 수정 / 자발적 운동 참여 촉진 방안 개발									◆	◆	◆	
자발적 운동 참여 촉진 방안을 노인 대상 웨어러블 로봇에 적용 및 전노쇠군 노인 대상 효과성 검증										◆	◆	
추진진도 (%)	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	100	



기대 효과

01 학문 및 기술적 측면에서의 기대효과

- 다학제적 고찰 통해 노인의 이동성 향상 위한 최적의 웨어러블 로봇 개발 방안 창출
- 웨어러블 로봇 및 인공지능, 헬스 케어 산업과 관련된 분야의 기술적 발전
- 웨어러블 로봇과 Aging in place를 주제로 연구자들 간 활발한 교류를 독려하여, 노인 관련 사회문제 해결 목적으로 하는 융합연구 연구자 양성



03 경제적 측면에서의 기대효과

- 실버산업 확대와 노년기 의료비 지출 감소
- 헬스케어 산업인 의료로봇 및 의료기기 산업의 활성화 통해 신규 일자리 창출, 수입 제품 대체, 제품 수출 등의 긍정적 효과
- 로봇 이용을 통한 건강 및 이동성 확보를 통해 노인들이 생산적 활동에 참여
- 거동불편 노인의 이동에 쓰이던 고비용 교통수단 사용 횟수 감소

02 사회적 측면에서의 기대효과

- 노인의 이동성 향상과 건강 증진에 기여하여 노인의 안정적인 Aging in place 촉진
- 웨어러블 로봇 사용을 통한 노인들의 근력 유지 및 강화로 노인의 일상생활수행능력 증진
- 돌봄 제공 가족원들의 부양 부담 경감시키며 노년기 가족관계 개선

2020년 일반공동연구지원사업_융복합연구
노인의 이동성 향상을 위한
웨어러블 로봇 시스템 개발 연구

감사합니다