

# 스마트 섬유제조장비 글로벌 기술개발 동향

| 저자 | 심창섭 첨단장비PD / KEIT

윤정환 전임연구원 / KEIT

박시우, 조경철, 정한규 / 한국섬유기계융합연구원

## SUMMARY

/// 섬유제조장비는 천연 및 합성 섬유를 이용하여 의류용, 생활용, 산업용 제품의 중간재를 생산하는 장비로 최근 에너지 절감 및 ICT 기술을 융복합하여 친환경적이며 지속가능한 고효율 핵심 모듈과 생산 시스템 스마트화 기술이 이슈임.

★ (산업 현황) 섬유기계산업 세계 시장은 '18년 403억불에서 연평균 6.2%의 성장률('14~19년 기준)을 기록하여 '24년에는 579억불 수준에 이를 것으로 전망

★ (산업 패러다임 전환) 전방산업인 전통적 의류용 섬유산업에서 산업용 섬유를 활용하는 자동차산업 및 건축/토목산업, 항공우주산업, 의료산업, 신재생에너지산업 등 적용 분야가 점차 넓어지고 있는 추세이며, 이를 뒷받침할 수 있는 제조장비 스마트화, 패키지화, 친환경 기술 개발이 요구됨

★ (스마트화/패키지화 기술) 생산성 효율 증대를 위한 통합 솔루션 기반 전 공정의 스마트화 기술, 섬유 가공 공정의 일괄 관리 시스템 구축으로 빅데이터 수집 및 지능형 가공 관리 시스템 기술 개발 필요

## /// 시사점 및 정책제안

★ 섬유제조장비 구조의 단순화 및 전자동화, 초고속화 및 에너지 절감 등 국내외 기술 동향, 비의류용 섬유제조장비에 대한 선진기업의 투자 확대 동향 등을 고려할 때, 생산현장의 친환경/스마트/첨단화를 통한 생산성 향상, 제품 고급화와 ICT 기반의 최적생산이 가능한 제조 자동화기술의 융합이 필요

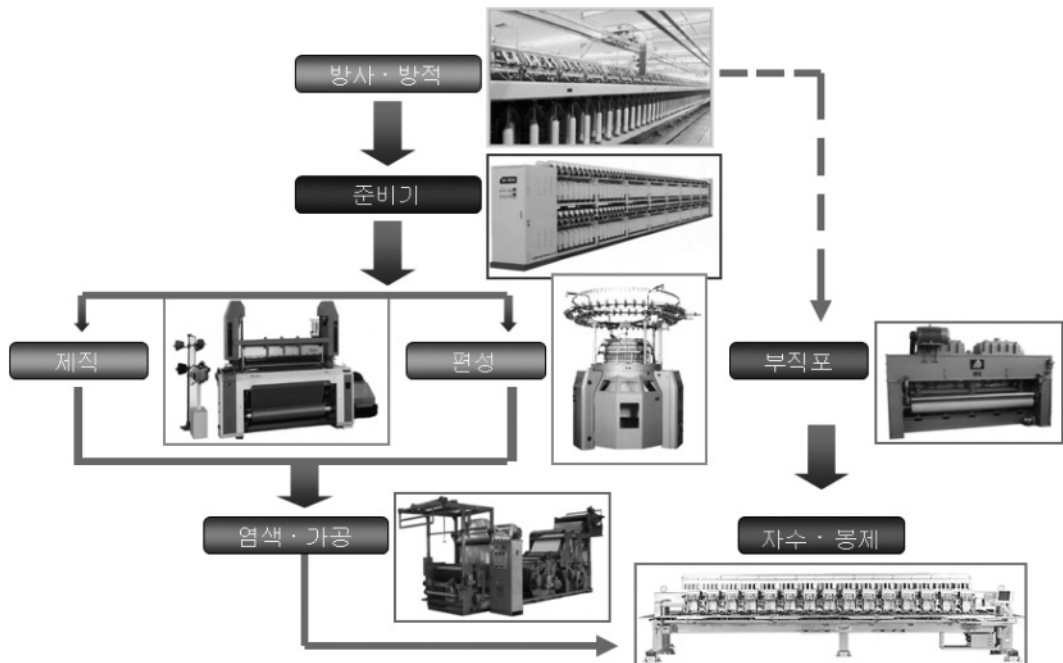
★ 글로벌 섬유기계산업은 기업간 그룹화/대형화로 시너지 효과를 극대화하고 있으며, 국내 또한 산학연 간 상호협력력을 통해 공정별 Big data, 자동화, 인공지능, 센서 등을 활용한 첨단 스마트 섬유제조장비 개발 필요

## 1. 기술개요 및 특징

### 기술 개요

★ 섬유제조장비는 천연 및 합성 섬유를 이용하여 의류용, 생활용, 산업용 부품의 중간재를 생산하기 위해 사용되는 기계로 실을 만들기 위한 방사 및 방적기와 생산된 실을 제직 또는 편성하기 위한 제직준비 및 제직/편직기와 제직 또는 편성한 제품을 가공하기 위한 염색 및 가공기, 생활용 제품 생산을 위한 봉제 및 부직포기 등을 총칭

- 섬유기계산업은 전방산업인 섬유산업을 중심으로 자동차, 항공우주, 의료, 신재생에너지 산업이 위치하고 있으며, 후방산업으로는 금속 및 화학소재 산업을 중심으로 금속부품가공 산업, 전기전자 부품 산업 등이 위치



| 그림 1. 섬유제조장비 구성 |

### 글로벌 섬유제조장비 주요 기술 트렌드

- (스마트화/패키지화 기술) 생산성 효율 증대를 위한 스마트 솔루션 기반 전체 공정의 스마트화 기술, 섬유 가공 공정의 통합 관리 시스템 구축으로 빅데이터 수집 및 지능형 가공 관리 시스템 기술
- (친환경/유연생산 기술) 친환경 에너지 절감 장치가 융복합된 지속가능한 고효율의 모듈개발을 통해 생산성 향상과 다품종, 맞춤형, 모듈형 제품의 생산이 가능한 장비의 효율성 향상과 유연성 확보를 위한 기술

- (신소재/신공정 기술) 전방산업인 섬유제품은 전통적인 의류 분야를 벗어나 자동차, 항공, 의료, 건축 등 다양한 산업 소재로서의 역할을 하고 있으며 이에 적합한 산업용 제품 생산 장비 기술

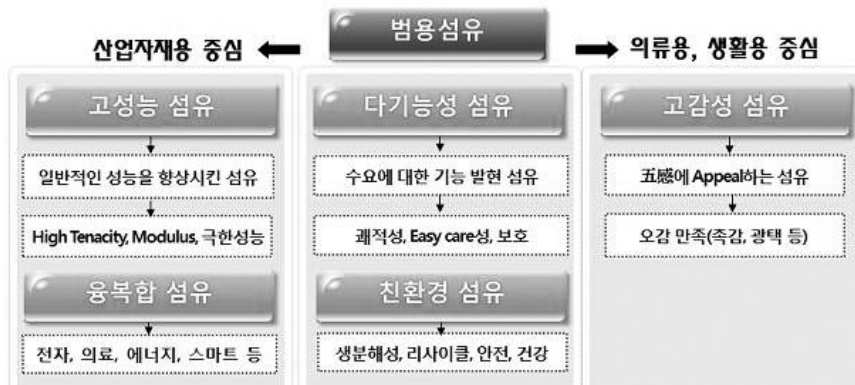
| 섬유기계 Industry 4.0 적용 확대                                                                                                               | 섬유기계 스마트화                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 소재 생산, 판매, A/S 등 모든 프로세스를 Industry 4.0 기반 섬유기계별 사물인터넷을 활용한 통합솔루션 제조시스템 제공</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 이전 단순 기계 및 전기부품 구성에서 H/W, S/W, 센서, 데이터 저장, 마이크로프로세서 등 시스템 간 연결장치 결합</li> </ul>                |
| 섬유기계 디지털화                                                                                                                             | 섬유 제조시스템 compact 화                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 의류 제작을 위한 자동화 및 로봇 공학을 이용한 디지털 방식 가속화</li> <li>• 섬유기계의 용이한 운용을 위한 디지털 시뮬레이션 기능 강화</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 하나의 설비 또는 모듈화된 설비 조합으로 다양한 제품 생산 효율성 향상</li> <li>• 생산성과 유연성 향상 위한 스마트 팩토리 장비 기술 제공</li> </ul> |

| 그림 2. 글로벌 섬유제조장비 첨단화 기술 전략(요약) |

## 관련 산업의 특징

### ★ 수요산업의 특징

- 수요산업은 섬유산업을 기본으로 의료산업, 산업용 섬유를 활용하는 자동차산업 및 건축/토목산업, 항공우주산업, 의료산업, 신재생에너지산업 등이 존재하며, 적용 분야가 점차 넓어지고 있는 추세
- 대표적인 전방산업인 섬유산업은 기존의 범용성 소재에서 산업용 및 생활용, 고감성 의류용으로 이동하고 있음



| 그림 3. 섬유제조장비 수요산업인 섬유산업의 확장 |

- 섬유산업에서 산업용 섬유가 차지하는 비중이 지속적으로 증가하고 있으며, 산업용 섬유 중 섬유기계와 연계성이 높은 산업용 직물 및 산업용 제품의 비중이 전체 산업용 섬유 중 약 70%를 차지



| 그림 4. 섬유기계산업과 타산업 연계성 |

## ★ 섬유기계산업의 특징

- 섬유기계산업은 전문성이 강하며, 다품종 소량 주문 생산이 요구되는 중소기업형 산업
- 세계 섬유기계 시장은 매년 5% 이상 성장하여 '18년에는 40,338백만 달러를 기록하였으며, 특히 아시아 시장의 수요는 전 세계 시장의 80% 이상 차지
- 국내 섬유기계(세탁기 포함) 수출은 2,854백만 달러('13년)에서 1,811백만 달러('18년)로 하락한 반면, 수입은 492백만 달러('13년)에서 817백만 달러('18년)로 증가 추세로 아직 무역수지 흑자는 유지 중
- 특히, 섬유기계는 국내 기술력이나 제품 부족으로 불가피하게 수입해야 하는 관세 감면제도를 적용받은 대표적인 장비('17년 수입액 101억원, 감면세액 3.2억원)

- 최근 에너지, 물, 화학물질의 사용감소와 이산화탄소 발생량을 줄이는 저탄소 기술개발과 섬유산업 뿐만 아니라 타산업으로 접목이 가능한 융복합 기술개발이 활발

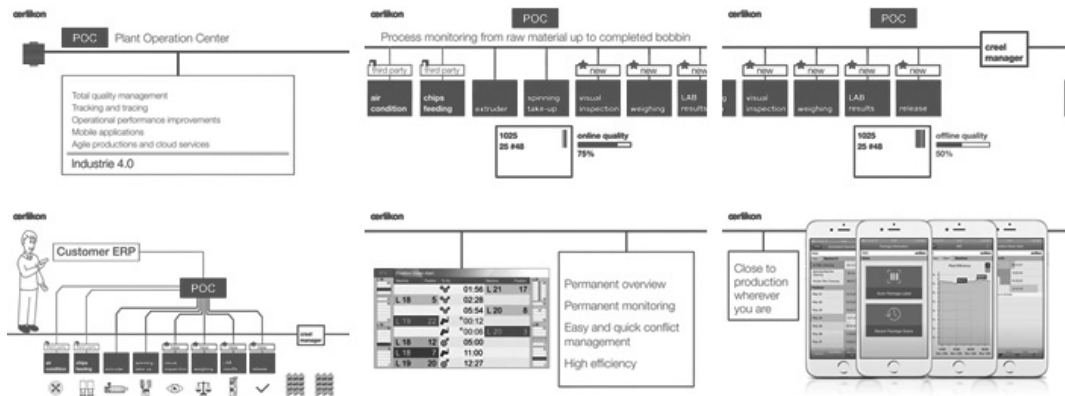


| 그림 5. DyeCoo사 초임계염색기, DYE-EX 염색기 |



| 그림 6. STOLL사의 Knitelligence 및 제품 |

- 빅데이터 수집, 지능형 가공 관리, 설비 상태 모니터링 및 통합 제어 등 섬유가공 공정의 통합 관리 시스템 구축 등 스마트 공장 솔루션 개발에도 적극적



| 그림 7. POC(Plant Operation Center) Smart Factory Solution |

- 국내의 경우 광폭, 고속화를 기본으로 하여 ICT 기술이 접목된 컨트롤 시스템을 적용하는 추세이고, 편성기 분야는 시뮬레이션 기술을 접목하여 소량 다품종의 제품 기술개발이 진행되고 있으며 에너지, 환경, ICT 기술이 융합된 에너지 절감형 고효율 핵심모듈 개발 진행 중



| 그림 8. 일성기계공업 Tenter MC Sun Super II |

- 섬유 스트림별 핵심 요소기술은 보유하고 있으나, 생산효율 향상 및 부가가치 제고를 위한 공정간 연계 기술개발은 미흡한 실정이며 공정간 연계를 위한 패키지 기술 개발이 필요
- 자동화 및 모니터링 기술에 대한 기반 기술은 보유하고 있으나, 빅데이터, IoT 접목을 통한 스마트화 기술개발은 미흡하므로, 글로벌 트렌드에 대응 가능한 섬유생산 공정의 스마트화 기술 개발이 필요



## 2. 최신기술 동향

### 방사 및 방적기 분야 스마트화 기술 동향

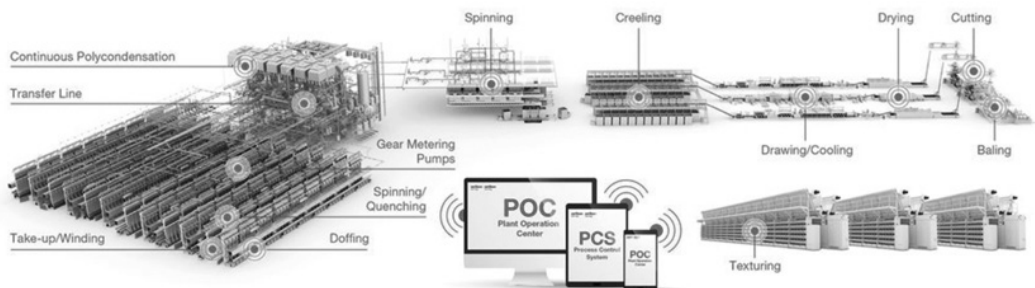
★ Oerlikon, Savio, Saurer, Riter 등 방사 방적 분야 대표적인 유럽 기업들은 사물 인터넷 및 클라우드 컴퓨팅을 포함한 Industry 4.0을 적용한 스마트공장 기술들을 이미 상당히 도입하고 있음

- Savio그룹은 ‘Savio Winder 4.0’을 앞세워, 간단한 연결성 및 기계 데이터 다운로드부터 원격 기계 설정, 운영자의 실시간 상호작용까지 Savio 섬유기계에 적용되는 Industry 4.0의 차별화된 다양한 옵션 레벨을 추구
- 와인딩 머신 중 하나에서 문제가 발생하면 이상 신호가 스마트워치인 Savio Smart Bracelet을 통해 운영자에게 전송되어 필요한 간섭 유형을 전달할 수 있어 기계의 브레이크 중단 시간이 최소화



| 그림 9. Savio사 Winder 4.0 |

- 합성섬유 원사 제조 선두기업인 Oerlikon社 ‘Manmade Fibers Segment Industrie 4.0’ 솔루션은 생산환경의 디지털화와 이러한 방식으로 생성된 대량의 데이터에 대한 지능형 처리를 기반으로 장비의 효율성과 최종 제품의 품질을 모니터링하고 최적화할 수 있는 솔루션을 제공



| 그림 10. Oerlikon사 Manmade Fibers Segment Industrie 4.0 |

| 표 1. 방사설비 관련 주요 업체 및 제품 사양 비교 |

| 기업명       |      | Barmag                                                                                                                                                                            |                                                                                   | TMT Machinery                                                                                                                                                                                     |                                                                                     |
|-----------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 주요 제품명    |      | WINGS for FDY                                                                                                                                                                     | WINGS for PA6                                                                     | Eco-ORCA system                                                                                                                                                                                   | iBox-MANTA                                                                          |
| 설비 사진     |      |                                                                                                  |  |                                                                                                                  |  |
| 주요 성능     | 적용사종 | PET-FDY                                                                                                                                                                           | PA6-FDY                                                                           | PET-FDY                                                                                                                                                                                           | PET-FDY                                                                             |
|           | 권취속도 | 3,000~5,300 m/min                                                                                                                                                                 | 3,000~5,300 m/min                                                                 | 2,500~3,400 m/min                                                                                                                                                                                 | 3,000~5,300 m/min                                                                   |
|           | 생산량  | 24END                                                                                                                                                                             | 24END                                                                             | 24END                                                                                                                                                                                             | 32END                                                                               |
|           | 스핀들  | 1,500mm                                                                                                                                                                           | 1,500mm                                                                           | 1,500mm                                                                                                                                                                                           | 1,800mm                                                                             |
| 주요 특징     |      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• WINGS system 도입을 통한 Take-up 장비의 높이 감소 (2개층 → 1개층)</li> <li>• 실겔이 폐기물 30% 감소</li> <li>• 에너지 소비율 25% 감소</li> <li>• 운영 직원 20% 감소</li> </ul> |                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compact GR system 도입으로 Take-up 장비의 높이 감소 (2개층 → 1.5개층)</li> <li>• 에너지 소비율 25% 감소</li> <li>• 생산량 30% 증가(32END 개발)</li> <li>• 전체 실겔이 공정의 자동화 구현</li> </ul> |                                                                                     |
| 스마트화 기술동향 |      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 생산되는 원사의 생산 조건 모니터링, 고장, 생산 관리, 생산 공정 등 원격 관리</li> <li>• 합성섬유 생산을 위한 디지털 솔루션 도입</li> <li>• 스마트 App.을 통한 관리 시스템 도입</li> </ul>             |                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eco Spinning Beam, Eco-Quench Chamber, Eco-ORCA, ORCA winder로 구성된 시스템은 Take-up 공정시 에너지 소비와, 공간 절약을 실현하였으며, 특히 초기 실겔이의 자동화 실현</li> </ul>                  |                                                                                     |

## // 제직/편성기 분야 스마트화 기술 동향

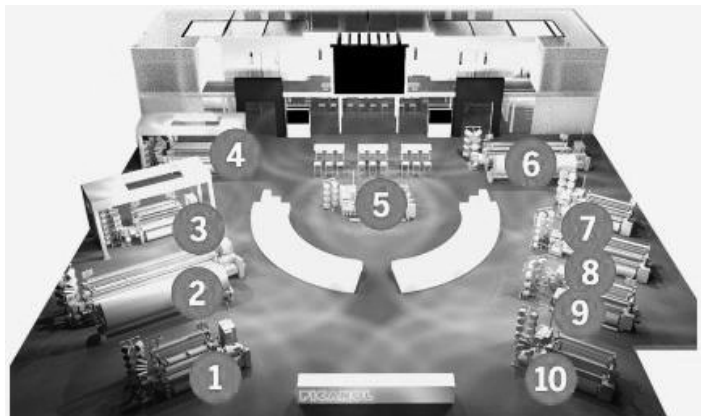
- ★ 제직기 분야의 선진사인 유럽의 Picanol, VANDEWIELE, Itema 그룹, Dornier, SMIT, MULLER社와 일본의 Toyota, Tsudakoma社가 시장을 이끌고 있으며, 4차 산업혁명을 겨냥한 스마트 요소 기술과 인공지능기술을 접목한 신제품 개발





| 그림 11. myDox가 적용된 Dornier社의 에어젯 직기 |

- 독일의 Dornier社는 4차산업 스마트 기술을 적용한 myDox를 통해 ICT기술을 이용한 온라인 부품 스토어인 DoXPOS에서의 원격 부품 구매, DoXWeave를 이용하여 직기에 원격 액세스 및 구동 및 제어 기능 구현, ErgoWeave와 DoXNet를 통한 이더넷 네트워크 통신시스템 구현으로 생산 데이터 축적 및 모니터링과 온라인을 이용한 직기의 현재 상태 점검과 원활한 유지보수 구현
- 벨기에 Picanol社는 LoomGate 네트워크 연결을 통해 패키지화된 데이터를 시스템과 원활하게 전송 가능하게 구현하고 고객 서비스 파일 (CSF)을 통해 직기를 원격 진단하고 효율적인 조치를 취할수 있는 유지보수 소프트웨어 구현



| 그림 12. Picanol社의 LoomGate통한 네트연결 개략도 |

★ 편성기 분야는 스마트팩토리를 위한 기계 스마트화 및 공정 모니터링 설비기술의 개발과 IoT기반의 다양한 공정제어 및 디자인 S/W와의 연계를 통한 스마트 기술 접목

- 독일의 STOLL社는 IoT를 이용한 스마트화를 위해 CMS시리즈에 모바일로 모니터링 할 수 있도록 태블릿을 장착하고 웹 사이트에 접속하여 클라우드와 캐드 데이터 연동 및 기계간 M2M으로 연결된 공유 가능

- 온라인 네트워크 프로그램으로 TC-generation과 CMS 기계간에 이더넷 연결을 통해 캐드 및 생산정보와 같은 대량의 데이터를 전송할 수 있도록 네트워크화



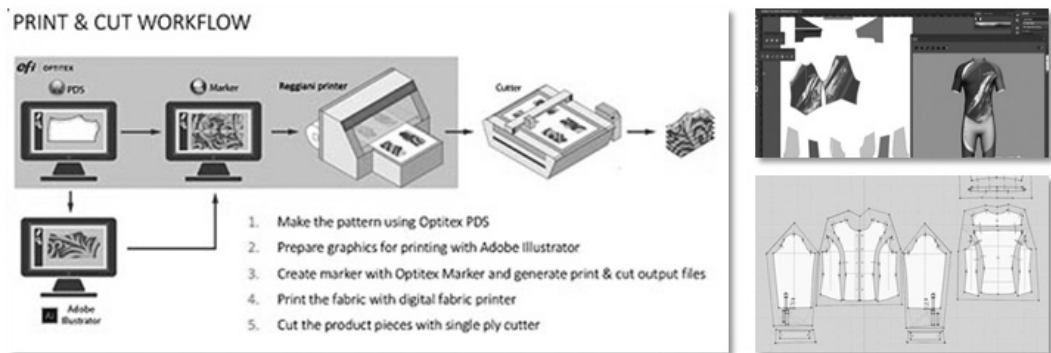
| 그림 13. Industry 4.0 ICT 기반 STOLL社의 횡편기 |

| 표 2. 제직기 관련 주요 업체 및 제품 사양 비교 |

| 기업명          |     | Dornier                                                                                                                                                                 | Picanol                                                                                                                                            | Toyota                                                                                                                                              |
|--------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 주요 제품명       |     | P2-AWS 6/S G16                                                                                                                                                          | OptiMax-i                                                                                                                                          | JAT810                                                                                                                                              |
| 설비 사진        |     |                                                                                      |                                                                 |                                                                 |
| 주요<br>성능     | 바뒤폭 | 360cm                                                                                                                                                                   | 220cm                                                                                                                                              | 210cm                                                                                                                                               |
|              | 위입수 | 4                                                                                                                                                                       | 4                                                                                                                                                  | 4                                                                                                                                                   |
|              | 회전수 | 340rpm                                                                                                                                                                  | 350rpm                                                                                                                                             | 1000rpm                                                                                                                                             |
|              | 용도  | 코팅직물                                                                                                                                                                    | 데님직물                                                                                                                                               | shiring fabric                                                                                                                                      |
| 주요 특징        |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• AirGuide 시스템</li> <li>• 전자식 색상 교환장치</li> <li>• 2-end full turn 방식의 MotoLeno</li> <li>• 더블 위사 공급 레 피어 헤드타입의 DoPPIO장치</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quick Style Change (QSC) 시스템</li> <li>• 위사 채널 당 그리퍼 개방 타이밍 표시 (ERGO)</li> <li>• 플렉스 브레이크 위치 제어</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• EDP, 서브 노즐 및 JAT e-REED로 공기 소비 및 공기압 20%이상 감소</li> <li>• 전자식 도비기와 CAM 구동 개구장치보다 더 우수한 E-Shed 적용</li> </ul> |
| 스마트화<br>기술동향 |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 스마트 기술을 적용한 myDox</li> </ul>                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• LoomGate 네트워크 연결을 통해 패키징화된 데이터를 시스템과 원활하게 전송하고 고객 서비스 파일을 통해 직기 원격 진단</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• W A S 로 품 질 관 리 를 위한 과도한 공기 소비와 같은 결함 및 이상 수를 모니터링하고 결함 발생을 방지함</li> </ul>                                 |

## // 염색 및 가공기 분야 스마트화 기술 동향

- ★ 디지털 섬유 염색기(DTP)의 주요 기술 동향은 대폭화, 인쇄속도 및 품질 확보이었으나, 최근 DTP 공정에서의 패턴 디자인 및 인쇄가 가능한 스마트 공정에 관한 개발이 주목 받고 있으며, 관련 기술과 시장을 efi社, MS-printer社 등의 선진사가 주도하고 있음



| 그림 14. efi社의 패턴디자인 프로그램(OPTITEX) |

- DTP 시장에서의 선두기업인 MS-printer社는 인쇄-건조-스팀어-수세 등의 공정의 연동 및 스마트 제어를 통하여 공정의 연속성 확보 및 공정 관리의 편의성을 제공
- efi社는 DTP 공정과 연계된 패턴 디자인 프로그램(OPTITEX)을 개발하여 봉제 준비에 적합한 패턴 출력 시스템을 제공하고 있으며, 인쇄공학적 템플릿 기반 3D 분석 기술을 통하여 맞춤형 패턴 디자인 인쇄 모듈을 제공
- SPGprinter社의 JAVELIN 모델은 인쇄품질은 타제품에 비하여 높은 편이나, 현재 smart화 기술 개발은 미비한 수준이며, 인쇄품질 관리를 위해 공정 관리 측면에서 스마트화와 생산 관리 측면에서의 smart-factory 구축을 위한 기술개발 진행 중

| 표 3. DTP 관련 주요 업체 및 제품 사양 비교 |

| 기업명    |      | MS-printer                                                                          | SPGprints                                                                           | efi                                                                                  |
|--------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 주요 제품명 |      | JPk EVO                                                                             | JAVELIN2                                                                            | Reggiani Colors                                                                      |
| 설비 사진  |      |  |  |  |
| 주요 성능  | 인쇄속도 | 700~1410m <sup>2</sup> /hr                                                          | 550m <sup>2</sup> /hr                                                               | 565m <sup>2</sup> /hr                                                                |
|        | 해상도  | 600 X 600dpi                                                                        | 1200 X 1200dpi                                                                      | 2400 X 2400dpi                                                                       |

|              |        |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                  |
|--------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 주요<br>성능     | 인쇄폭    | 180~320cm                                                                                                                                                        | 180~320cm                                                                                                                                                   | 180~340cm                                                                                                                                                        |
|              | Color수 | 8색                                                                                                                                                               | 6색                                                                                                                                                          | 12색                                                                                                                                                              |
|              | Head수  | 32개                                                                                                                                                              | 36개                                                                                                                                                         | 24개                                                                                                                                                              |
| 주요 특징        |        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• High-speed 인쇄속도</li> <li>• 잉크 사용량 절감 (빠른 건조)</li> <li>• 고품질 Pigment 인쇄</li> <li>• Steamer(Ecovapor V5) 연동 가능</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 잉크의 공급 기능 개선</li> <li>• Archer+을 통한 인쇄품질 향상</li> <li>• 낮은 Stand-off 기술 (세밀한 인쇄 가능)</li> <li>• 인쇄 재현성 확보</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6+6/11+1의 색 구성</li> <li>• 다양한 잉크/원단 대응 가능</li> <li>• Chemical잉크 (표현 색상 확대)</li> <li>• Work-flow 기능 (패턴샘플 제작)</li> </ul> |
| 스마트화<br>기술동향 |        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 인쇄-건조-스팀어-수세 등 공정의 연동 기술 개발</li> </ul>                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 인쇄 - 건조 만 구축</li> <li>• 별도의 연동 설비는 없음</li> </ul>                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• OPTITEX(패턴 디자인 프로그램)을 통한 패턴 설계 및 인쇄 가능</li> </ul>                                                                       |

★ 코팅기 분야에서의 주요 기술 동향은 Air-knife, Magnetic blade, Screen printing 코팅 공정이 포함된 다목적 코팅(Multi-Coater) 시스템이 개발 중이며, 코팅 분야 선두 기업인 Monfort社와 ZIMMER社가 시장을 주도하고 있음

- Monfort社, ZIMMER社 외에도 다수의 코팅 설비 제조 기업에서는 원격 관리 시스템을 도입하고 있는 실정이며, Monfort社 등의 일부 업체는 자체 Smart 관리 프로그램을 개발하여 적용하고 있고, 그 외 다수 기업에서는 전문 프로그램과 공동 개발한 Smart 관리 프로그램을 적용하여 제공

- 스마트 코팅 공정 관리 프로그램의 전문 업체로는 Smake社, SedoTreePoint社, SETEX社 등이 있으며, 코팅 공정의 연동, 상태 관리, 공정 모니터링 등의 기능을 제공하고 있음



| 그림 15. Monfort社의 스마트 공정 관리 프로그램 |

- 코팅 원단의 검사 공정 또한 IoT기반 관리 시스템이 적용된 Smart화 추세이고, 코팅 원단의 검사 영역은 코팅 두께, 코팅 품질 등이 있으며, 검사설비의 적용 및 호환을 통하여 생산 원단의 Loss를 저감과 무인화 공정 생산관리 체계가 적용되고 있음

| 표 4. 코팅기 관련 주요 업체 및 제품 사양 비교 |

| 기업명       | Monfort                                                                                                                                                                               | ZIMMER                                                                                                                                                   | JRX                                                                                                                                               |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 주요 제품명    | TEXCOAT (코팅기)                                                                                                                                                                         | Magnoroll (코팅기)                                                                                                                                          | 1092-100 MIX                                                                                                                                      |
| 설비 사진     |                                                                                                      |                                                                         |                                                                 |
| 주요성능      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multi-Coater 시스템</li> <li>- Air-knife,</li> <li>- Roller knife</li> <li>- Magnetic doctor blade</li> <li>- Rotary screen printing</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 단일/이중 스크린 코팅</li> <li>• 공정 폭 : 최대 5.6m</li> <li>• Multi-Coater 시스템</li> <li>- Monfort사와 동일</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 수지 교반/공급 자동화</li> <li>• 코팅 수지 조제 후 포장 기능</li> <li>• 자동 공정 관리 시스템 적용</li> <li>• 분당 최대 공정량 : 3L</li> </ul> |
| 주요 특징     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 발포 및 페이스트 코팅</li> <li>• 용제를 사용한 제품 응용</li> <li>• 코팅 공정 교체 용이</li> <li>• 다목적 코팅에 적합</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetic Direct Roll 코팅 시스템</li> <li>• 2개의 블레이드 코팅 가능</li> <li>• 고정밀 나이프 홀더 적용</li> <li>• 개방형 시스템 적용</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 요구 수지 특성 (코팅 공정)에 따른 원료 셋팅 및 공급</li> <li>• 수지 원료배합, 공급 자동화</li> <li>• Auto-Cleaning system 적용</li> </ul> |
| 스마트화 기술동향 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 코팅 조건에 적합한 공정 조건 자동 제어 시스템 도입</li> <li>• 코팅-건조 연동 및 공정 네트워크 관리 시스템 도입</li> </ul>                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PLC 기술과 결합 프로세스 제어</li> <li>• 코터 방식 자동 제어</li> </ul>                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• NetWork 공정 관리 시스템 도입</li> <li>• RFID 방식의 조제 코팅제 관리</li> <li>• IoT 방식의 실시간 공정 관리</li> </ul>               |

## /// 봉제 및 부직포기 분야 스마트화 기술 동향

★ 자수봉제기 분야에서는 대표적인 기업인 SAURER社, LASSER社, ZSK社, JUKI社 업체에서 상태 모니터링, IoT 솔루션이 적용된 스마트화 위주의 대형 기계를 제공하고 있으며, JUKI社의 봉제기 제품도 다수 출시됨

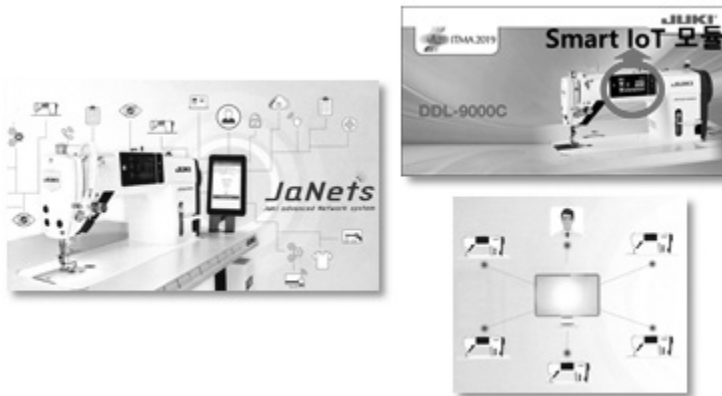
- 특히 자수봉제기의 SAURER社 및 의류 봉제기 JUKI社에서는 4차 산업과 연관된 IoT기능이 탑재된 제품을 개발하여 시장을 주도하고 있음

- SAURER社は 공정의 센싱 모니터링 시스템이 탑재된 솔루션을 제공하고 있으며, 설비 내 상태 모니터링, 결합 위치 식별, 실시간 모니터링이 가능



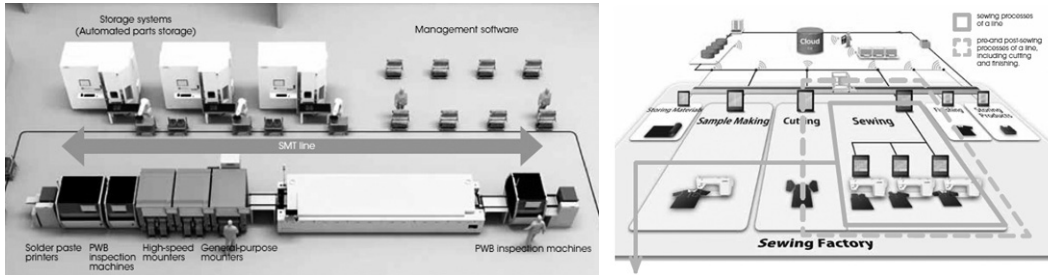
| 그림 16. SAURER社の IIoT 솔루션 |

- JUKI社の JaNets 프로세스는 IoT 기술이 접목된 봉제의류 공정 시스템으로서, 스마트 IoT 기술을 통한 봉제 조건의 설정 및 재봉 패턴의 개별적 관리가 가능



| 그림 17. JUKI社の 검사 모듈 스마트화 공정 |

- 자수봉제 및 의류 봉제공정에도 IoT모듈을 탑재한 봉제 기계가 JUKI社에 의해 개발되었으며 Smart-factory 구축 시스템을 제공하고 있으며, 스마트 IoT 모듈을 통하여 패턴 분류 및 공정 세팅 기능을 포함하고 있음



| 그림 18. JUKI社의 Smart Factory(Sewing 및 검사 공정) |

| 표 5. 자수 및 봉제기 관련 주요 업체 및 제품 사양 비교 |

| 기업명       | SAURER                                                                                                                                              | JUKI                                                                                                                                             | SHIMA SEIKI                                                                                                                          |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 주요 제품명    | EPOCA7 Pro (자수기)                                                                                                                                    | LBH-1790ANS (봉제기)                                                                                                                                | P-CAM 160L (재단기)                                                                                                                     |
| 설비 사진     |                                                                   |                                                                |                                                   |
| 주요 성능     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존 설비 대비 5%이상의 에너지 절감</li> <li>• 생산성 25% 향상</li> <li>• 생산속도 18% 증가</li> <li>• 보어속도 최대 30% 증가</li> </ul>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 스마트 제어 (버튼 홀딩 시스템)</li> <li>• 최대재봉속도 : 4,200sti/mm</li> <li>• 점프속도 : 200mm/s</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 재단면적 1,600×3,200mm</li> <li>• 재단두께 : Half-hide/full-hide</li> <li>• 재단 방식 : 회전칼날</li> </ul> |
| 주요 특징     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• TEMCO 베어링상태 모니터링</li> <li>• 오작동/검함 위치 식별</li> <li>• 스마트 기기를 통한 모니터링</li> <li>• 실제 상황 기반 유지보수 가능</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 봉제 공정의디지털화</li> <li>• 모니터링 모듈 탑재</li> <li>• 봉제기간 M2M 상호 연결</li> <li>• Input/output 생산량 관리/비교</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 나이프 폭 자동 측정 기능</li> <li>• 재단속도 자동 제어</li> <li>• 다중 컴퓨터 연동 재단</li> </ul>                     |
| 스마트화 기술동향 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• IIoT 솔루션 적용 (상태 모니터링 및 관리 시스템)</li> </ul>                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• JaNETs 개발 및 적용 (S/W 디지털 장비 결합 시스템)</li> <li>• 생산 제어 솔루션 기능 확대</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SDS-one APEX3(3D) 개발</li> <li>• 네트워크 관리(PLM) 시스템 도입</li> </ul>                              |

★ 부직포기 분야는 부직포의 지속가능성과 Industry4.0 산업과의 융합을 강조하면서 기술개발이 이루어지고 있으며, 특히

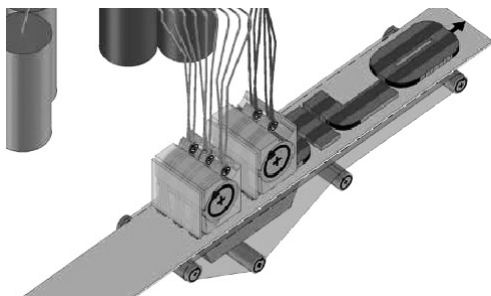


선도기업인 DIL0 Group은 스마트 공정 관리 및 자동화를 위해 diloline 4.0 운영 체제를 적용하여 부직포 제조



| 그림 19. DIL0 Group의 부직포 제조 라인 |

- DIL0사는 Industry 4.0에 부합하는 diloline 4.0의 주요 구성 요소인 `Bale Timer`와 `DIL0Wat`은 작동 보조, 청소 제어, 유지보수 지원과 최소의 공기로 섬유를 이송 시켜 에너지를 절감하는 `Smart Industry` 모듈 적용(Siemens 협업 솔루션)
- 또한, diloline 4.0을 통해 공정을 단순화 하고 생산, 운전 제어, 품질 및 유지보수 등 다양한 데이터의 저장과 신속한 분석을 통해 웹 형성 및 부직포 제조의 통합 관리



| 그림 20. DIL0의 diloline4.0 기반 3D-Lofter |

- ANDRITZ사는 니들룸의 핵심 기술과 장비에 대한 디지털 솔루션, 네트워크 및 외부 통신 등을 이용한 디지털 프로세스 개발을 위해 사물인터넷을 활용하여 신제품을 출시하는 최근 트렌드와 연계
- AUTEFA사는 협력 기관인 RWTH Aachen 대학의 섬유 기술 연구소와 공동으로 `Automated Nonwovens Lines` 구축하기 위한 연구개발을 진행 중에 있으며, 특히 웹 형성, 웹 본딩, 웹 마감 등 주요 공정 단계를 통합 관리함은 물론, 물류 관련 산업의 디지털 솔루션을 동시에 개발하고 있음

### 3. 기술개발 발전방향 및 정책적 시사점

#### 기술개발 발전방향

★ 섬유기계산업은 기계 구조의 단순화 및 전자동화, 초고속화 및 에너지 절감 기술 개발 진행, 비리튬용 섬유 제조장비에 대한 선진기업의 투자 확대 및 국내외 기술 동향 등을 고려할 때, 생산현장 친환경/스마트/첨단화로 생산성 향상, 제품 고급화와 ICT 기반의 최적생산이 가능한 제조 자동화기술의 융합이 필요

- 세계 선진 섬유기계 플레이어인 Rieter, Barmag, Fongs, Monforts 등은 빅데이터/IoT 접목 지능형관리 시스템과 전공정 스마트화, 초고속화, 친환경 생산장비 제조에 주력하면서 시장 점유율과 매출을 지속 성장시키고 있음
- 의류용 섬유는 고기능성 제품 기획능력과 스트림린 연결을 통한 기술력 확보가 시급하고, 패션의류 분야는 글로벌 브랜드 육성 및 ICT 융합된 신시장 창출 필요



| 그림 21. 섬유기계 기술개발 발전 방향 |

★ 세계 섬유기계 시장규모 대비 국내 시장규모는 5% 정도로 상대적 취약하고, 기술 수준은 세계 10위권 정도 유지하고 있으나, 고부가화와 스마트화가 새로운 돌파구

- 해외 선진 제조사의 스마트 기술 접목 섬유기계 개발로 전환하여 저가 장비에서 고부가가치 장비 제조로 전환 필요
- 스마트 기술이 접목된 고속화, 고정밀화, 고신뢰성을 요구하는 공정간 장비 융합기술 확보 필요

- 국내 생산성 저하로 섬유공장의 해외 이전, 국내 설비 투자 감소 등의 악순환을 반전하기 위해 '제조기반 리쇼어링 확대'를 통한 산업경쟁력 재확보 시급

| 방사 및 방적기                                                                                                                                                                                                                                                                           | 제직준비 및 제직/편직기                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 방적 know-how 운영 기술을 IT 및 정밀 자동화 기술로 인력 최소화한 첨단 장비 발전</li> <li>• 방사기의 compact한 사도 및 multi-end로 고효율, 에너지 saving, 대량생산 기술 접목 시도</li> <li>• 메이커별 전용 on-line을 통한 유지 보수 및 생산관리 프로그램 개발 필요</li> </ul>                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 장비의 스마트 기술 접목이 가장 돋보이는 분야</li> <li>• 사중, 사경, 컬러, T/M에 따른 DB 활용 통령기 주목</li> <li>• ICT 기술 이용 smart creel과 3D 제직/편직기의 원격 유지 보수 및 e-control concept 시도 요구</li> <li>• 세계 섬유기계 시장 규모 대비 국내 기술력이 가장 떨어진 분야이며, 향후 투자 및 기술 개발 협력 절실</li> </ul> |
| 염색 및 가공기                                                                                                                                                                                                                                                                           | 봉제 및 부직포기                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• IoT 기반 무인화 공정 및 생산관리 체계 구축 가장 활발</li> <li>• Smart 기술 이용 한용수 절감 및 공정 시간 단축으로 친환경 염색가공 장비 개발 요구 확대</li> <li>• 다품종 소 lot 대응 가능한 IT 기반 DIP 장비 중용성 강조</li> <li>• 중국 DIP 기술 선진국 못 미치나 지속적인 투자와 연구 개발 중 파키스탄, 터키 등 DIP 도입 증가 선제 대응 필요</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 봉제산업은 섬유 공정 중 인력을 가장 많이 필요로 하는 분야로서 기계화에서 자동화로 급격히 발전 중인 상황</li> <li>• 사람과 함께 작업하는 협업로봇인 cobot 활용 기대</li> <li>• 부직포 설비는 자동차 산업 성장과 더불어 전공정 자동화와 turn-key 주문 방식에 따른 품목 확대</li> <li>• 부직포기는 선진업체와 중국 업체와의 네트워크 현상</li> </ul>            |

| 그림 22. 국내 섬유기계 기술 발전 방안 |

## 시사점 및 정책제안

- ★ 그간의 고성능 단위 장비 개발에서 전환하여 고생산성, 고유연성 및 글로벌 수출 경쟁력 확보를 위한 스마트 기술기반 공정간 융합 패키지형 기술 개발 필요
  - (고효율 스마트 기계 공정 간 토탈 솔루션 패키지) 국내 섬유기계 공정 분야 중 기술 수준이 높은 분야와 상대적 취약한 기술 분야를 중심으로 공정간 장비 패키지화 및 스마트화 기술력 확보
  - (친환경/에너지 융복합 섬유생산 공정장비) 섬유 제조공정 중 염색가공기의 에너지 사용 비중은 80% 이상으로 융복합 공정 개선에 따른 에너지 절감 기술과 글로벌 환경규제에 따른 친환경 제조장비 기술 개발 필수
  - (하이브리드 소재 제조 시스템) 글로벌 섬유산업의 고부가가치 산업용 제품 생산 전환 추세로 부직포 제조기술과 복합소재 제조 핵심 기술 및 실증화 기술 개발을 통한 수요기업 연계 시장 대응

| 표 6. 친환경 고효율 스마트 섬유기계 기술 예시 |

| 핵심 기술                         | 세부 개발 기술                     |
|-------------------------------|------------------------------|
| 고효율 스마트 기계<br>공정 간 토틸 솔루션 패키지 | 디지털 염색 및 자동봉제 In-line 시스템 기술 |
|                               | 스마트 통경 제직 준비 시스템 기술          |
|                               | 와인더 일체형 스마트 방사 장비            |
|                               | 디지털 기반 산업용 제직시스템 기술          |
| 친환경/에너지 융복합 섬유생산<br>공정장비      | 친환경 스마트 코팅 시스템               |
|                               | 에너지 절감형 컴팩트 염색 공정 장비         |
|                               | 복합 다기능 건식 가공 시스템             |
| 하이브리드 소재<br>제조 시스템            | 복합 나노 부직포 공정 및 제조시스템         |
|                               | 경량복합재 제조용 연속 성형 시스템 기술       |
|                               | 고기능성 복합소재 융합공정 제조 시스템        |

★ 글로벌 섬유기계 산업은 기업간 그룹화/대형화로 시너지 효과를 극대화하고 있으며, 상호협력을 통해 공정별 Big data, 자동화, 인공지능, 센서 등을 활용한 첨단 스마트 섬유제조장비 개발 추진 필요

- AI 및 로봇 기반 작업 공정 효율성을 높인 시스템과 3차원 시뮬레이터, 3차원 제직/편성 시스템 개발 지원이 필요

- IT기술이 접목된 에너지 절약형 저욕비 시스템, 환경친화형 열원방식의 개발 등 융복합형 에너지 절감 기술 개발 지원 필요

★ 소요 에너지와 공간을 줄이고, 기계·공정 간 연계를 통해 생산성을 제고하기 위한 친환경 고효율 스마트 섬유제조장비 개발 필요

- 기계·공정 간 연계 시스템, 친환경 장비, 첨단 산업소재 대응 장비 기술을 주요 개발 방향으로 설정

- 초고속화, 합연사, 산업용사 가공 등에 적합한 기술지원과 탄소섬유 등과 같은 산업용 소재 제조를 위한 전용장비 개발지원 필요

- 자동차·수송산업 적용을 위한 섬유강화복합재 제직 시스템 및 고속 성형 시스템 개발 지원 필요

## [참고문헌]

1. GlobalInfoResearch, Global Textile Machinery Market 2019, Forecast to 2024, 2019.
2. “Savio社 digital-technology-4.0”, <https://www.saviotechnologies.com/en>
3. “Orelikon社 manmade 4.0 ”, <https://www.oerlikon.com/manmade-fibers/en/>
4. “Dornier社의 myDox”, <https://www.lindauerdornier.com/en/>
5. “Picanol社의 loomGate”, <https://www.picanol.be/>
6. “efi社 OPTITEX”, <https://optitex.com/>
7. “Saurer社 공정센싱 모니터링시스템 ”, <https://saurer.com/en>
8. “JUKI社 JaNets 프로세스”, <https://www.juki.co.jp/en/>
9. “Dilo社 diloline 4.0 ”, <http://www.dilo.de>
10. “글로벌 섬유기계 개발동향”, 한국섬유산업연합회, 2019

## [국내외 주요 기술개발 현황]

| 연구기관명         | 프로젝트명                              | 개요                                                                             | 연구기간          |
|---------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 썬스타<br>알앤씨(주) | ○ 융복합섬유용 초정밀/<br>대면적 자수봉제시스템<br>개발 | ○ 장 폭 섬유 봉 제 를 위 해 64개<br>헤드 적용, 1,800rpm 작업이<br>가능한 초정밀/대면적/다기능<br>자수봉제시스템 개발 | 09.6 – 14.5   |
| 일진에이테크<br>(주) | ○ 합성섬유 원사제조설비<br>개발                | ○ 최고사속 6,000m/min급 합성섬유<br>제조용 설비 개발 및 양산체계 구축                                 | 07.11 – 12.10 |
| 삼일방직(주)       | ○ 슈퍼소재 복합 방적사<br>개발                | ○ 아라미드섬유 방적방식 및 시스템<br>개발로 보호복, 군복, 산업자재<br>등 다분야 적용 가능한 슈퍼소재<br>복합방적사 개발      | 10.6 – 12.5   |

| 연구기관명     | 프로젝트명                                                         | 개요                                                                                            | 연구기간          |
|-----------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 한국생산기술연구원 | ○ 3D 형상의 부직포 부품 제조를 위한 Fiber Blow-Injection Molding 기술 개발     | ○ Fiber Blow-Injection Molding 공정을 위한 장비 설계 및 구축, 바인더 섬유, 적용부품 개발                             | 16.7 - 21.6   |
| (주)동신유압   | ○ 장섬유 강화 열가소성 탄소 섬유 복합재를 이용한 트레일링 압생산용 LFT-D 시스템 개발           | ○ 탄소 장섬유 강화 열가소성 복합재(Carbon Long Fiber-reinforced Thermoplastics) 전용 압출 및 믹싱 시스템 개발           | 14.11 - 17.10 |
| (주)하이인텍   | ○ 탄소섬유 12 가닥이상을 동시에 적층이 가능한 다이렉트 프리폼(direct preform) 제조시스템 개발 | ○ 9축 자유도를 갖는 dry carbon fiber 12가닥 동시 적층 로봇 시스템 및 몰드데스크 제어시스템 개발                              | 16.5 - 19.4   |
| (주)프로템    | ○ 탄소 섬유 중간재용 생산속도 70m/h급 4축 NCF 생산시스템 개발                      | ○ NCF 직물 전용 생산시스템 핵심요소 기술 개발 및 스마트모니터링 시스템 개발을 통해 탄소섬유 중간재용 생산속도 70m/h급 4축 NCF 생산시스템 개발       | 18.4 - 20.12  |
| (주)이화글로벌텍 | ○ 산업용 섬유제품 가공용 100℃ 이상 상하온도분리가 가능한 폭 5m급 텐터시스템 개발             | ○ 5m 이상 광폭 산업용 섬유의 형태안정성, 파일유지, 텐터시스템 상하온도분리 및 온도분포 균일화, ICT 기반 공정제어기술이 융합된 산업용 섬유가공 텐터시스템 개발 | 19.4 - 21.12  |