MetaSystems White Paper

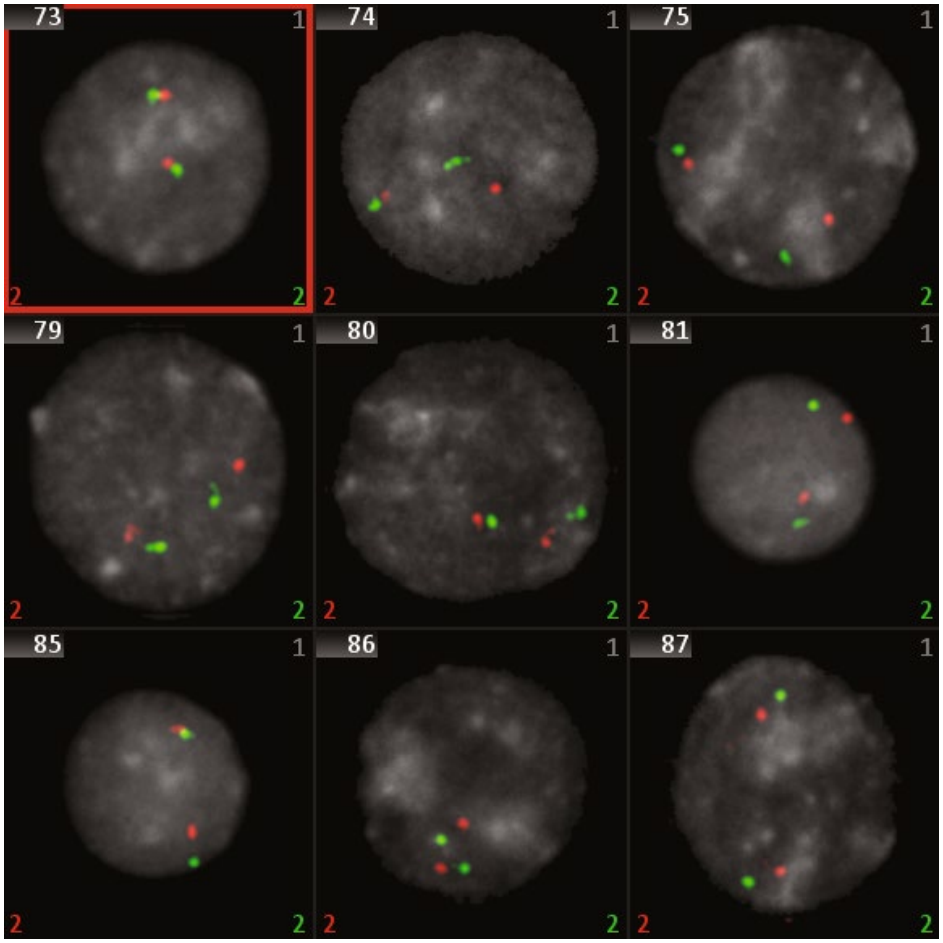
Customization Package Spot Counting

WHITE PAPER

FISH 스팟 카운팅은 종종 까다로운 작업입니다. 조명이 어두운 환경에서 수동으로 현미경 관찰을 하면 검사자의 피로를 유발할 수 있고, 검사 과정과 결과를 충분히 기록하고 표준화하기도 어렵습니다. Metafer 플랫폼 소프트웨어를 사용자 맞춤형으로 조정함으로써, 기존의 수동 카운팅을 자동화된 이미지 처리 워크플로우로 대체할 수 있습니다. 맞춤형 매개변수 설정을 통해 FISH 스팟을 자동으로 검출하고 이미지를 획득할 수 있으며, RapidScore 도구를 통해 전문가는 소프트웨어가 제안한 FISH 스팟 패턴을 신속하게 확인하거나 수정할 수 있습니다.

You May Benefit From

- 초점 스태킹을 적용하여 간기핵과 형광 시그널을 자동으로, 별도의 조작 없이 촬영함으로써 최적의 결과 도출.
- 직관적인 RapidScore 키보드를 사용하여 스팟 패턴 분석 결과를 신속하게 확인하거나 조정 가능.
- 블라인드 리뷰 기능을 통해 여러 평가자의 편향되지 않은 객관적인 평가를 보장.
- 다양한 프로브, 검체 전처리 방법 및 형광 채널에 맞게 설정 가능.
- 상세한 이미지 갤러리 형태로 결과를 표시하며, 포괄적인 데이터 표와 그래프 요약 자료가 함께 제공.



MetaSystems

Automated Scanning

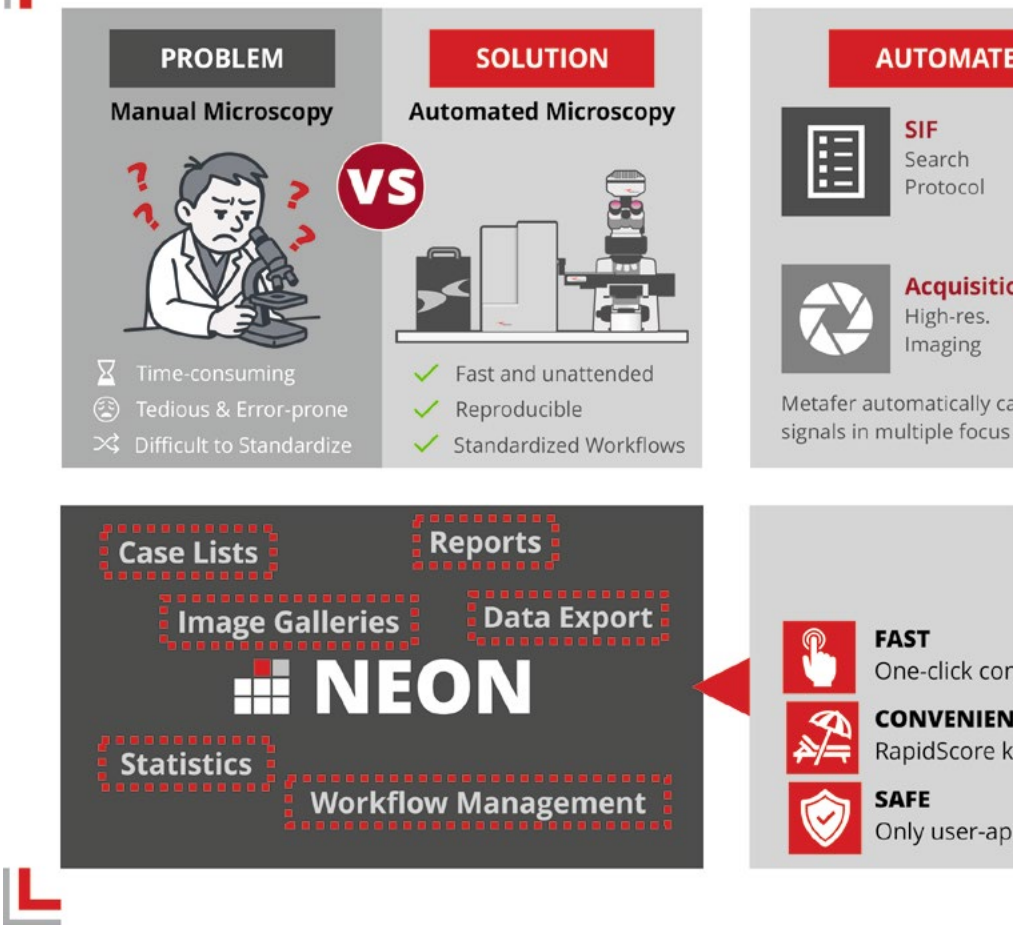
FISH 시그널 분석은 세포유전학 및 혈액학 분야에서 핵심적인 역할을 하며, 선천성 염색체 이상, 혈액암 및 기타 유전 질환을 발견하는데 기여합니다. 그러나 많은 검사실에서는 여전히 수동 현미경 관찰을 통해 스팟을 카운팅하고 패턴을 확인하고 있습니다. 이러한 방식은 시간이 오래 걸리고 검사자의 피로를 유발하며 표준화하기도 어렵습니다.

이러한 문제를 해결하기 위해 Metafer 플랫폼 소프트웨어는 FISH 검사 과정을 하나의 반자동 워크플로우로 통합합니다. 자동 이미지 획득, 고급 분석 도구 및 통합 데이터 관리 기능을 통해 기존의 수작업 과정을 신속하고 표준화된 재현성 높은 디지털 분석 방식으로 전환할 수 있습니다.

다양한 프로브 레이아웃에 대한 매개변수 설정을 맞춤형으로 조정하고 저장할 수 있어 사용자는 특정 검체에 대한 개별 설정을 효율적으로 변경할 수 있습니다. 이 시스템은 다중 하이브리드화를 거쳐 준비된 표본을 포함하여 광범위한 슬라이드 레이아웃을 지원합니다. 호환 가능한 LIMS와의 원활한 연동을 통해 모든 관련 데이터가 자동으로 교환되므로, 워크플로우를 간소화하고 표준화할 수 있습니다. 이를 통해 수동 작업 부담을 줄이고, 결과의 표준화를 보장하며 의사 결정에 필요한 시간을 단축하여 궁극적으로 투자 대비 효과를 더 빠르게 얻을 수 있습니다.

Full Workflow Control

제안된 워크플로우는 슬라이드 내 적절한 영역을 식별하는 사전 스캔으로 시작되며, 이후 간기 핵과 FISH 시그널에 대한 완전 자동화된 무인 이미지 획득 과정이 이어집니다. 확장 초점 이미지 생성을 통해 서로 다른 초점면에 위치한 FISH 시그널까지 모두 포착할 수 있습니다. 더 많은 검체 처리량을 요구하는 검사실의 경우, 옵션으로 제공되는 대용량 처리 확장 기능을 통해 최대 800개의 슬라이드에 대한 자동 이미지 획득이 가능합니다. 스캔 중에는 핵과 해당 FISH 시그널, 그리고 자동 측정된 FISH 카운트 값이 표시되는 이미지 갤러리가 생성됩니다. 모든 결과는 구조화된 표와 그래프로 명확하게 정리되어 한눈에 파악할 수 있는 종합적인 개요를 제공합니다.

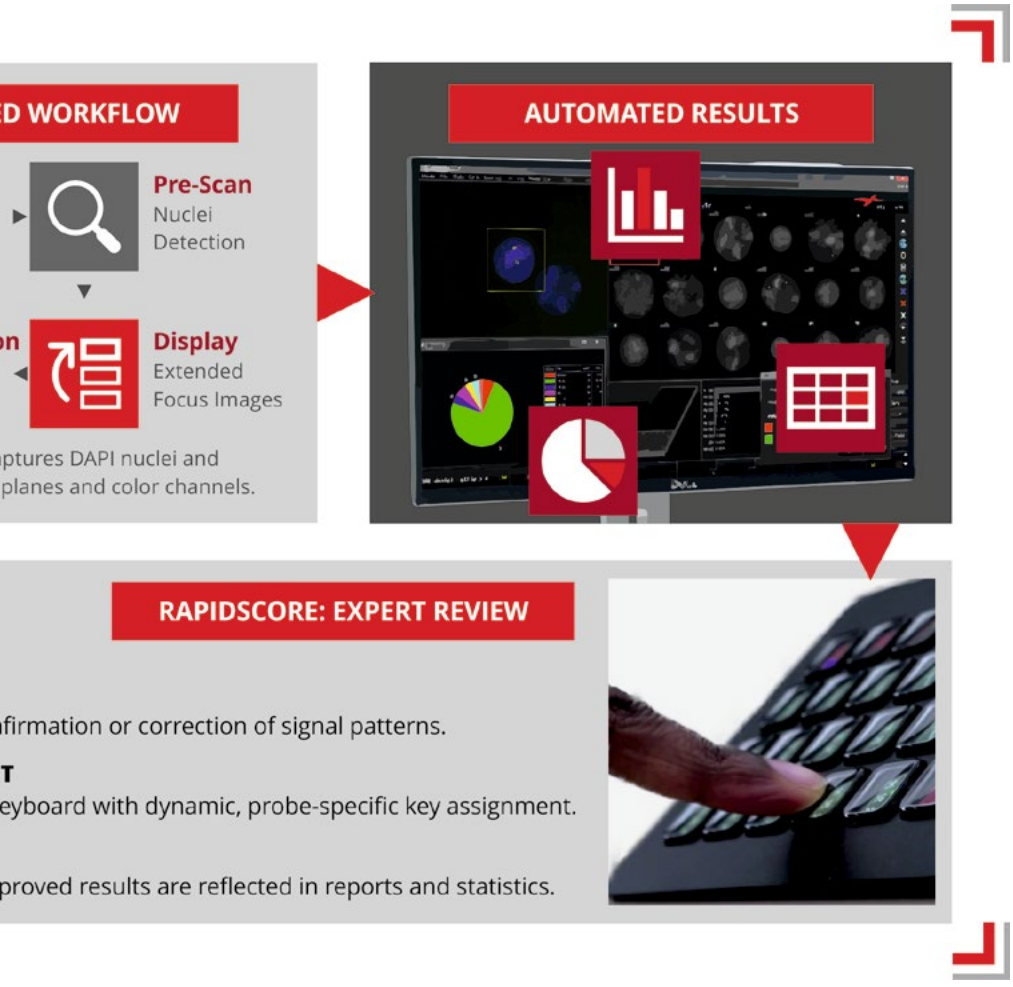


Rapid Expert Review

RapidScore는 전문가가 관심 영역에 집중하고 이상 징후를 식별하여 데이터를 평가할 수 있도록 돕는 워크플로우의 핵심 단계입니다. 이 과정에서는 자동화 기술과 전문가의 판단을 결합하여 보다 신뢰할 수 있는 결론을 도출합니다. RapidScore 키보드에는 해당 슬라이드 촬영에 사용된 파라미터 설정에 따라 가장 자주 사용하는 명령과 스팟 패턴이 표시됩니다. 전문가는 단 한번의 키 입력만으로 자동화된 결과를 신속하게 확인하거나 수정하면서 개별 핵의 스팟 패턴을 정밀하게 판독할 수 있습니다. 또한 이 키보드에는 유용한 기능들이 추가로 포함되어 있습니다. 예를 들어, 사용자는 키보드를 사용하여 캡처된 핵의 개별 초점면 사이를 이동하거나 특정 색상 채널을 표시할 수 있습니다. 이처럼 주로 사용하는 기능을 하나의 소형 키보드에 통합하여 보다 편리하고 효율적인 작업이 가능합니다.

Reports and Statistics

통합 케이스 및 이미지 관리 시스템인 Neon은 케이스 데이터의 화면 표시, 유연한 보고서 작성 모듈 및 강력한 통계 기능을 제공합니다. 데이터 수집이 완료되고 세포유전학 전문가의 검토가 끝나면 결과를 시각화하는 다양한 옵션을 활용할 수 있습니다. 사용자 맞춤형 보고서 템플릿을 통해 원하는 형식의 시각적인 결과 요약 보고서를 간편하게 작성할 수 있습니다. 또한, 데이터를 LIMS로 다시 전송하는 등 Neon에서 외부로 쉽게 내보낼 수 있으며, 상세한 통계 분석을 통해 데이터를 집계하여 효율적인 요약 관리가 가능합니다.



Unified Scanning System

이처럼 다양한 애플리케이션을 단일 Metafer 구동 스캔 시스템으로 통합하면, 디지털 현미경 검사는 기술적으로 다재다능해질 뿐만 아니라 투자 대비 효과를 더 빠르게 얻을 수 있어 경제적으로도 매력적인 솔루션이 됩니다. 확장 가능한 MetaSystems 설치 솔루션을 통해 검사실은 검체량 증가와 변화하는 요구사항에 맞춰 인프라를 유연하게 확장할 수 있으며, 이를 통해 장기적으로 효율적이고 지속 가능한 FISH 검사 환경을 구축할 수 있습니다.

Advanced Workflow for FISH Spot Counting

1. 단일 세포 표본에서 얻은 검체는 DNA 프로브 (예를 들어, MetaSystems Probes 사의 XCyting XL Locus Specific DNA Probes)를 사용하여 하이브리드화 과정을 거칩니다.

2. 각 슬라이드에는 고유 식별번호가 부여되며 이는 사용중인 LIMS 또는 Metafer의 케이스 및 이미지 관리 시스템 내의 특정 케이스와 연결됩니다.

3. (a) LIMS가 연동된 경우, 슬라이드 및 하이브리드화 정보, 프로브 레이아웃에 관한 데이터를 포함하는 검색 정보 파일 (SIF)이 생성됩니다. 또한 케이스 및 슬라이드 정보, 사용된 프로브와 프로브 레이아웃 정보가 담긴 바코드 라벨이 생성됩니다. Metafer는 슬라이드의 바코드를 읽고 해당 SIF에 연결한 후 스캔을 시작합니다. (b) LIMS가 연결되지 않은 경우, 사용자가 직접 해당 SIF를 불러온 다음 Metafer 스캔 절차를 시작합니다.

4. FISH 스팟은 포커스 스택 방식으로 캡처되며 소프트웨어는 촬영된 각 핵에 대한 확장 초점 이미지를 생성하고 패턴을 제안합니다.

5. 스캔이 완료되면 해당 케이스의 워크플로우 상태가 자동으로 변경되어 전문가가 이미지를 검토할 준비가 되었음을 알려줍니다.

6. 세포유전학 전문가는 Metafer 또는 연결된 워크스테이션에서 스캔 파일을 열고 검출된 핵과 소프트웨어가 제안한 스팟 카운트를 확인합니다.

7. RapidScore 키보드는 매개변수에 설정된 정보를 활용하여 프로그래밍 가능한 LCD 키에 해당 프로브 레이아웃과 일치하는 스팟 패턴을 표시합니다.

8. 전문가는 RapidScore 키보드를 사용하여 각 핵마다 한 번의 키 입력으로 자동화된 분석 결과를 확인하거나 수정할 수 있습니다.

9. 검토 과정에서 Metafer는 확인된 결과를 요약하고 검토가 완료된 세포를 표시합니다.

10. 전문가가 추가적인 스팟 패턴을 발견할 경우 언제든지 해당 패턴을 직접 추가할 수 있습니다.

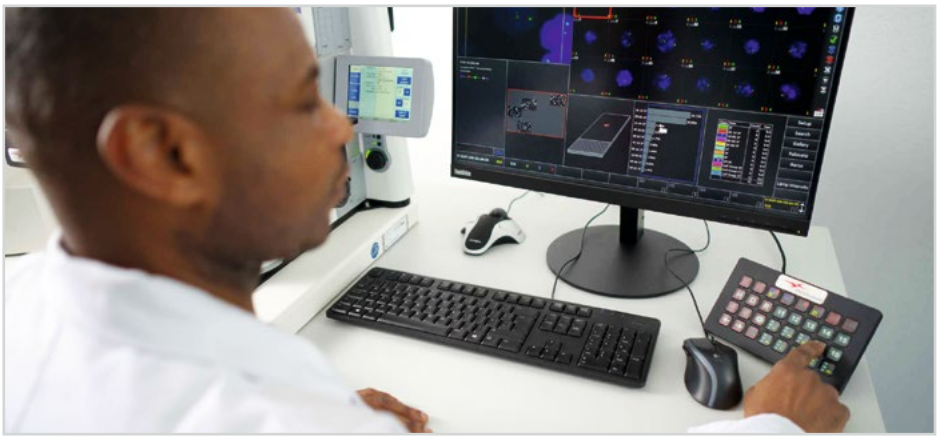
11. 여러명의 평가자가 참여하는 경우 Cell-Review 기능을 통해 최대 5명이 서로의 평가 결과를 보지 않고 독립적으로 판독할 수 있습니다.

12. 검토가 완료되면 관리자가 결과를 확인하고 해당 케이스를 종료할 수 있습니다. 워크플로우 단계도 자동으로 조정됩니다.

13. 결과는 보고서 형태로 출력하거나 연동된 LIMS로 전송할 수 있습니다.

위 워크플로우는 하나의 예시이며, 각 검사실의 요구사항에 맞게 맞춤 설정할 수 있습니다





MetaSystems

"다양한 Xcyting Locus-Specific Probe에 맞춰 이미징 설정을 세밀하게 조정할 수 있다는 점을 높이 평가하며, 이미 검증을 완료한 XCyting Probe의 품질에도 만족하고 있습니다. 기술 담당자들은 RapidScore를 활용한 대화형 시그널 카운팅 작업이 흥미롭다고 평가했습니다!"

Dr. Cecelia Miller
Assistant Professor
University of Ohio

"[...] 반자동 분석은 모든 프로브에 대해 효율적이고 높은 정확도를 입증했으며, 특히 결실/증폭 프로브 분석에서 시간 단축 효과를 제공했습니다"

Borri, D., Lin, C.J., Camillo, V., Kishimoto, R.K., Santos, M.F.M., Safranauskas, R.M., Cordeiro, M.G., Silva, J.d.L., Coimbra, A.A.C., Silva, G.d.S.E., Cervato, M.C. and Velloso, E.D.R.P. (2025), Semi-Automated Interphase FISH (iFISH) Spot Scoring in CD138-Positive Cells: Validation Study for Genetic Abnormalities Detection in Multiple Myeloma. Microsc Res Tech. https://doi.org/10.1002/jemt.24844

CASE STUDY:
Time Saving in Hands-on Operations

Summary

본 연구는 미국 내 암 진단 검사실에서 일상적인 FISH 분석에 RapidScore 기능을 포함한 Metafer 워크플로우가 실제 작업 시간에 미치는 영향을 평가했습니다. 만성 림프구 백혈병 (CLL), 골수이형성증후군 (MDS) 및 비호지킨림프종 (NHL)에 해당하는 12건의 임상 사례를 대상으로, 여러 종류의 MetaSystems 프로브를 사용했습니다.

기존의 수동식 종이 기반 검사 방식과 Metafer를 이용한 자동 이미지 획득 및 RapidScore 기반 스팟 카운팅 방식을 비교했습니다. 자동화된 슬라이드 스캔 과정은 작업자의 개입이 필요하지 않으므로 비교 대상에서 제외하였으나 수동 작업 절차의 모든 단계는 평가에 포함하였습니다.

워크플로우는 기존의 수동 분석보다 수작업 시간을 일관되게 단축했습니다. 자동으로 생성된 분석 결과에 대해 전문가가 직접 검토하는 과정은 유지하면서도 수동 작업량을 40% 이상 줄이는 성과를 거두었습니다. 이러한 결과는 RapidScore 기능이 탑재된 Metafer 시스템이 전문가의 판단은 그대로 유지하면서 수작업을 최소화함으로써, FISH 분석의 워크플로우 효율성을 크게 향상 시킬 수 있음을 보여줍니다.

Source

본 간행물에 소개된 연구를 진행한 연구소는 익명을 요청하였습니다. 그러나 필요하시다면, 당사 제품을 사용하고 계신 고객분들을 연결해 드릴 수 있습니다. 더 자세한 정보가 필요하시면 언제든지 당사 웹사이트를 통해 본사나 영업 파트너사로 문의해 주시기 바랍니다..

Materials and Methods

본 연구는 미국에 소재한 암 치료 전문 의료기관에서 MetaSystems Probes의 XL Probe 패널 3종을 사용하여 수행되었습니다:

- Chronic lymphocytic leukemia (CLL): ATM/P53, CEN12 and 13q/q(3 colors), CCND1/IGH(DF-DC),
- Myelodysplastic syndrome (MDS): 5p/q/q(3colors), CEN7/7q, CEN8 and 20q/q(3 colors), MLL+(BA), and
- Non-Hodgkin lymphoma (NHL): BCL6+(BA), MYC+(BA), CCND1/IGH(DCDF), IGH+(BA), IGH/BCL2(DCDF), MALT1+(BA).

총 12건의 사례를 대상으로 각 사례에 여러 프로브 패널을 적용했습니다. XL Probes의 권장 표준 프로토콜에 따라 하이브리드화 했으며, 검체당 200개의 핵을 수동 방식 또는 Metafer 소프트웨어를 이용해 판독했습니다.

슬라이드 스캔과 이미지 획득은 Metafer 기반 스캔 시스템을 사용해 사용자의 개입 없이 자동화되어 진행되었으므로, Metafer 소프트웨어 사용 여부에 따른 실제 수작업 시간을 비교하였습니다. 스캔 과정은 수동 작업이 아니므로 결과에는 포함되지 않았다는 점을 참고 바랍니다. Metafer의 평균 스캔 시간은 슬라이드당 약 3분이었습니다.

수동식 종이 기반 절차는 다음과 같은 단계들로 구성되었습니다:

- 수동 현미경에 슬라이드 장착
- 현미경 준비, e.g.: 필터 설정, immersion oil 도포, 광원 조절 등
- 200개의 핵을 수동으로 카운팅
- 종이 검사 기록지에 결과 작성
- 2~3개의 이미지를 수동으로 촬영 및 처리
- 기록 보관을 위한 이미지 내보내기 및 출력

RapidScore를 활용한 Metafer 기반 워크플로우에는 다음과 같은 단계가 포함되었습니다:

- Metafer 스캔 시스템에 슬라이드 장착
- Metafer를 이용한 이미징에 적▼합한 매개변수 세트 선택
- RapidScore를 사용하여 핵 200개 분석
- 문서화를 위해 200개의 이미지와 결과 데이터를 XML 파일로 내보내기

MetaSystems

Results

Table 1은 200개의 핵을 분석하는 과정에서 수동 방식과 RapidScore를 활용한 Metafer 기반 워크플로우 간의 실제 작업 시간을 비교하여 요약한 것입니다. 각 행은 서로 다른 프로브 또는 프로브 패널을 나타냅니다.

모든 실험에서 RapidScore를 활용한 Metafer 기반 워크플로우가 수동 방식보다 실제 작업 시간을 유의미하게 단축한 것으로 나타났습니다. RapidScore를 사용함으로써 평균적으로 40% 이상의 실제 작업 시간을 절감할 수 있었습니다.

Conclusion

본 연구 결과는 RapidScore를 탑재한 Metafer가 소프트웨어가 자동으로 생성한 스팟 패턴 제안과 RapidScore 키보드를 이용한 사용자의 대화형 검토를 결합하여 빠르고 편리한 분석을 지원할 수 있음을 보여줍니다.

Table 1. 200개의 핵을 대상으로 수동 방식과 Metafer 기반 방식의 FISH 분석시 수작업 시간 비교. 상대적인 시간 절감 효과는 각 프로브 패널별로 계산되었습니다.

Sample	Manual Time (min)	MF Analysis Time (min)	Time Saved [min]	Time Saved [%]
PDGFRA	5	1.45	3.55	71.00
PDGFRB	4.2	1.3	2.9	69.05
FRFR1	5	1.3	3.7	74.00
BCR/ABL	5	3	2	40.00
CLL sample 1	16	11	5	31.25
CLL sample 2	13	10	3	23.08
CLL sample 3	15	9	6	40.00
MDS Sample 1	15	10	5	33.33
MDS Sample 2	17	11	6	35.29
MDS Sample 3	17	13	4	23.53
MDS Sample 4	20	13	7	35.00
MDS Sample 5	13	10	3	23.08
NHL Sample 1	20	13	7	35.00
Average time saving over all samples				**41.05**

About MetaSystems

MetaSystems는 지난 40여 년간 의료 및 생명공학 분야에 적용되는 자동 현미경 기반 이미징 솔루션을 혁신적으로 개발해 왔습니다. 본사는 독일 하이델베르크 인근 남서부 지역에 위치하고 있습니다. 독일을 중심으로 북남미, 유럽, 인도, 중국 등에 현지 법인을 운영하고 있으며 전세계 100여개 국의 연구기관, 병원 및 대학 등 다양한 곳에서 당사의 제품을 사용하고 있습니다.

당사는 사용자들과 긴밀한 소통을 바탕으로 제품을 지속적으로 개발함으로써 전통의 가치 위에 혁신을 결합하고 있습니다. 당사의 현대적인 접근 방식에는 선진화된 워크플로우 관리와 인공지능의 활용이 포함됩니다. 이러한 노력을 통해 여러 분야에서 세계 최고 수준의 입지를 확보할 수 있었습니다.



MetaSystems 소프트웨어는 영상 처리 기능을 비롯한 다양한 기능을 제공하며, 여기에는 패턴 인식을 위한 장비 작동 및 딥러닝 알고리즘의 활용 등이 포함되지만 이에 국한되지는 않습니다. 이 과정을 통해 생성되는 결과는 예비 제안으로 간주해야 하며, 어떠한 경우에도 해당 결과를 숙련된 전문가가 검토하고 평가하는 절차가 반드시 필요합니다.

MetaSystems는 표준 Metafer 플랫폼 기능을 활용하여 고객 검사실에 성공적으로 구현된 애플리케이션 워크플로우에 대한 사용자 맞춤형 패키지를 제공합니다. 이 패키지는 유사한 워크플로우와 슬라이드 전처리 과정을 사용하는 다른 검사실에도 적용할 수 있을 것입니다. 사용자 맞춤형 패키지를 구매하면, MetaSystems의 제품 전문가들이 유사한 애플리케이션 적용 사례에서 얻은 경험을 바탕으로 고객 검사실의 요구사항에 맞게 Metafer 소프트웨어 설정을 조정할 수 있도록 지원합니다. 솔루션의 성능은 고객이 제작한 슬라이드의 품질과 사용자의 숙련도에 따라 달라지므로, MetaSystems는 구체적인 성능 매개변수를 지정하거나 이를 보장하지 않습니다. 해당 솔루션을 임상 용도로 사용하기 위한 검증은 전적으로 고객의 책임입니다.

WORLDWIDE OFFICES

EUROPE

Germany, Altlussheim
info@metasystems-international.com

Italy, Milan
info@metasystems-italy.com

AMERICAS

USA, Medford
info@metasystems.org

Argentina, Buenos Aires
info@metasystems-latam.com

ASIA

China, Hong Kong
info@metasystems-asia.com

China, Taizhou
info@metasystems-china.com

India, Bangalore
info@metasystems-india.com

Japan, Tokyo
info@metasystems-japan.com

CONTACT US

OR YOUR LOCAL
MetaSystems
REPRESENTATIVE

metasystems-international.com

MetaSystems Hard & Software GmbH
Robert-Bosch-Str. 6
68804 Altlussheim | Germany

© 2026 by MetaSystems
Document No. WPC-MS-IFIS-KR-2026-07-01