

DJUP LÆRING / DYP LÆRING / DEEP LEARNING

Bildeanalyse og *in silico* patologi

Ole-Johan Skrede

05.10.2017

- PhD kandidat ved
 - Institutt for Kreftgenetikk og Informatikk, Oslo Universitetssjukehus
 - Institutt for Informatikk, Universitetet i Oslo
- Forskningsområde
 - Bildeanalyse
 - Maskinlæring
 - Automatisering av patologi



UiO : Department of Informatics
University of Oslo

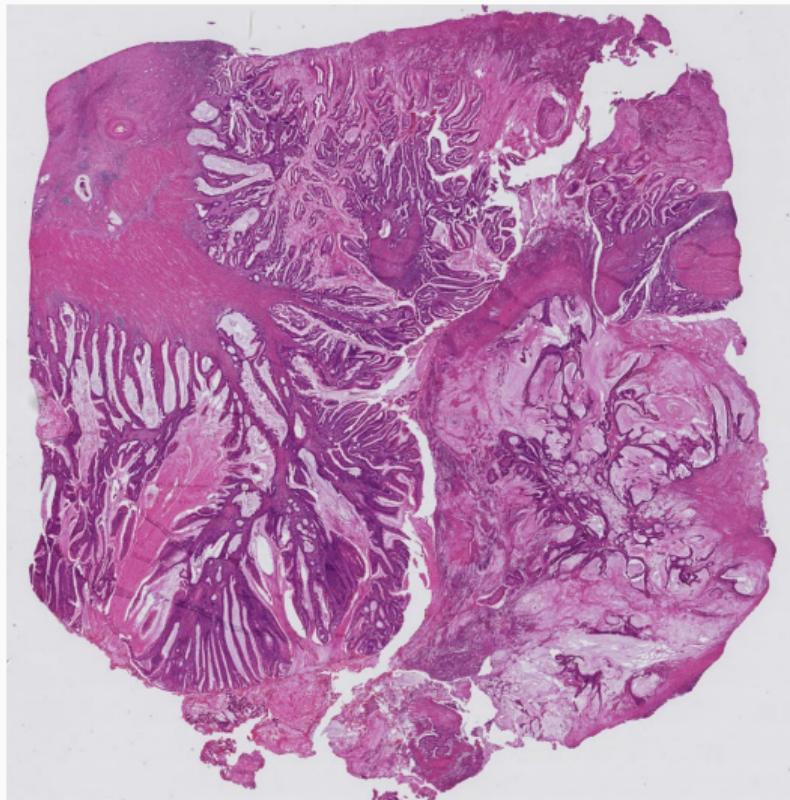
OVERSIKT

- Kva bilder ser vi på
- Djup læring i bildeanalyse
- Anvending på ICGI
 - Segmentering av cellekjærner
 - Tumordelineering
 - Tumorgradiering

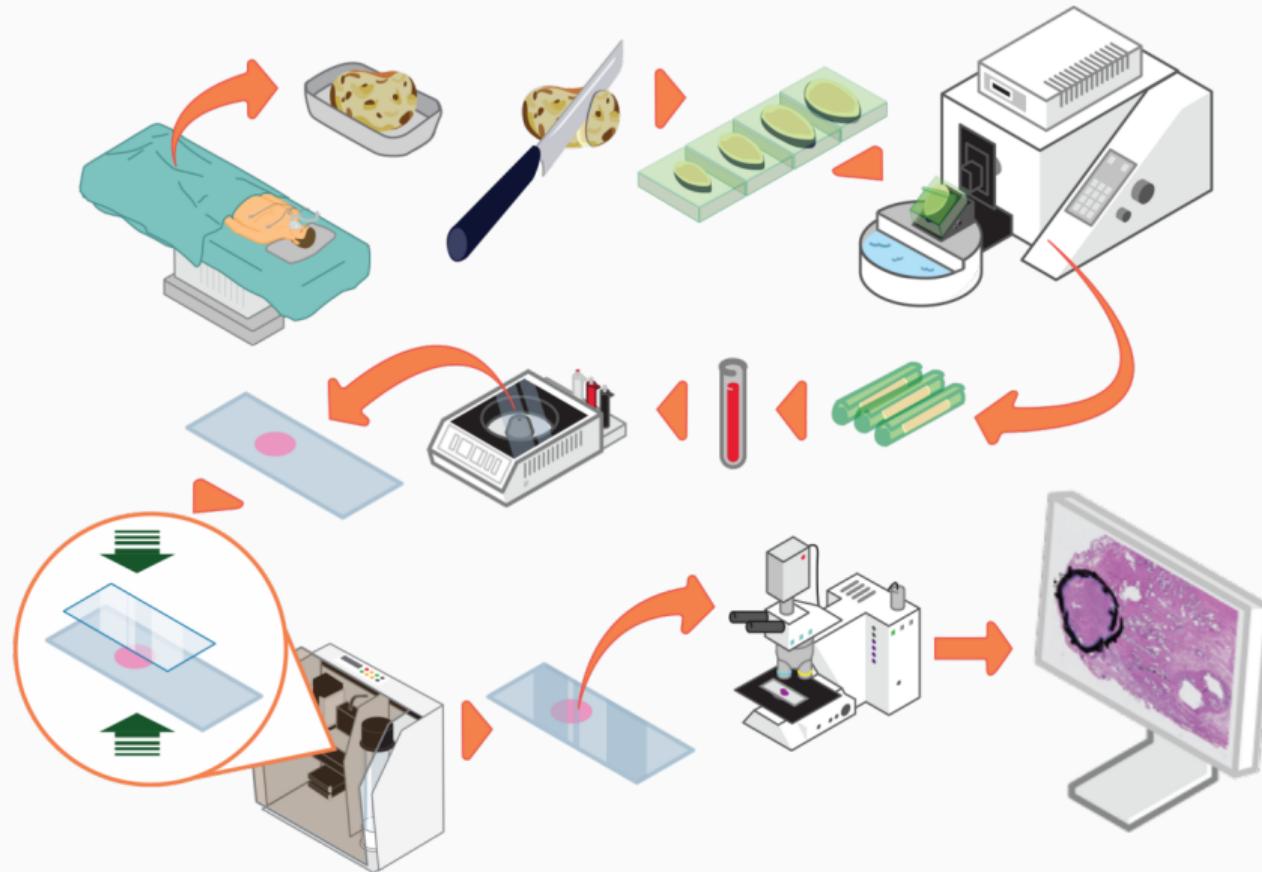
IN-SILICO PATOLOGI

HISTOPATOLOGI

Studie av sjukdom ved eksaminering av bilder av vev på mikroskopnivå

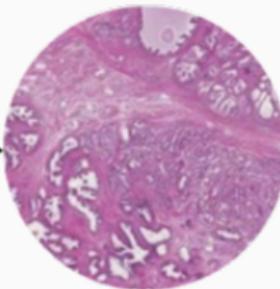


INNHENTING AV BILDER

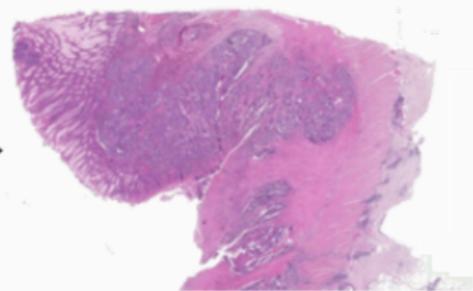
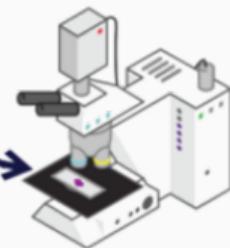


DIGITAL PATOLOGI

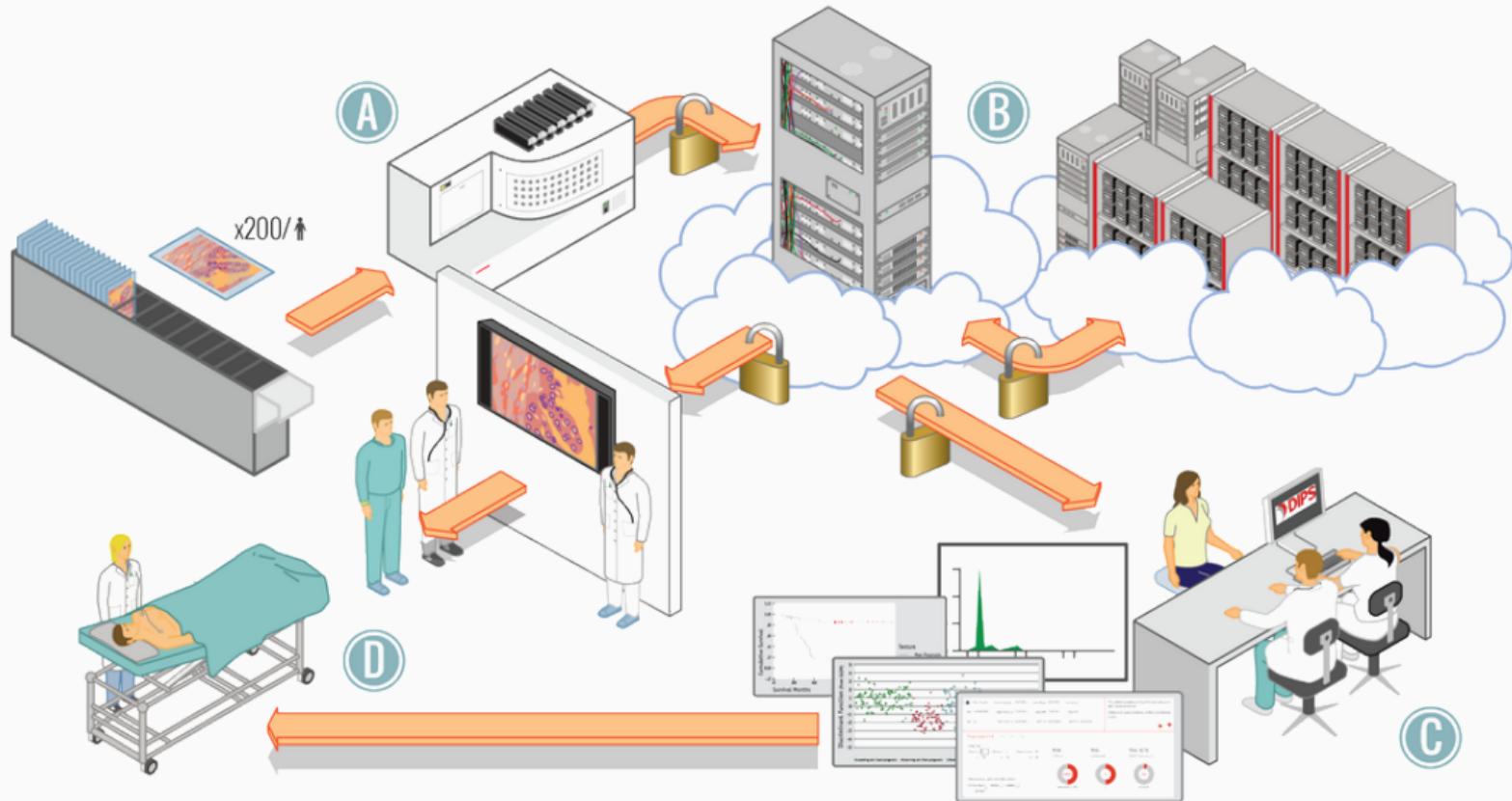
Tradisjonell patologi



Digital patologi



IN SILICO PATOLOGI



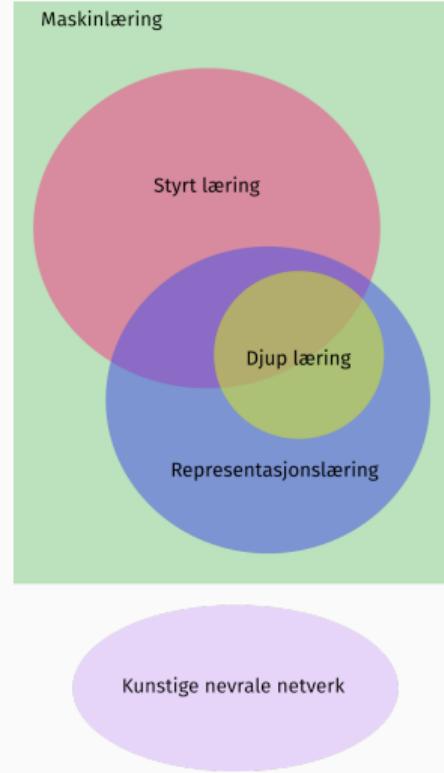
DJUP LÆRING

BEGREP

- Kunstig intelligens og maskinintelligens (AI - artificial intelligence)
 - Abstrakte begrep om maskiner som "tenker".
- Maskinlæring (Machine learning)
 - Mengde av statistiske metodar/algoritmer som nyttar erfaring frå observerte data til å løyse oppgåver.
- Djup læring (Deep learning)
 - Delmengde av maskinlæringsmetodar som lærer hierarkiske representasjonar av data for å besvare komplekse spørsmål om informasjon i dataen.
- Kunstige nevrale nettverk (Artificial neural networks)
 - Samling av funksjoner som er bygd som eit nettverk av noder (nevron) som utfører enkle berekningar på data som "flyt" mellom nodene.
 - Typar inkluderer
 - Feed-forward nevral networks: Fully-connected networks (FCNN), og konvolusjonsnett (CNN).
 - Recurrent neural networks (RNN).
 - Kan vere djupe, men treng ikkje vere det.

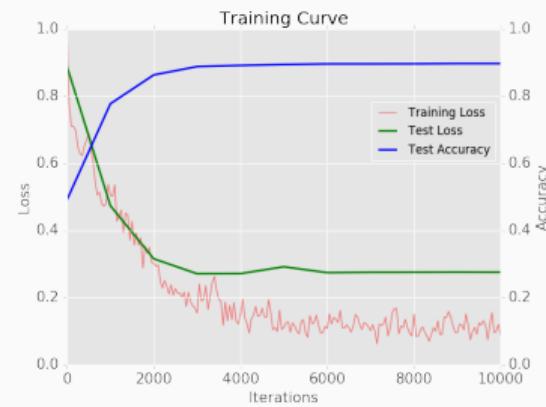
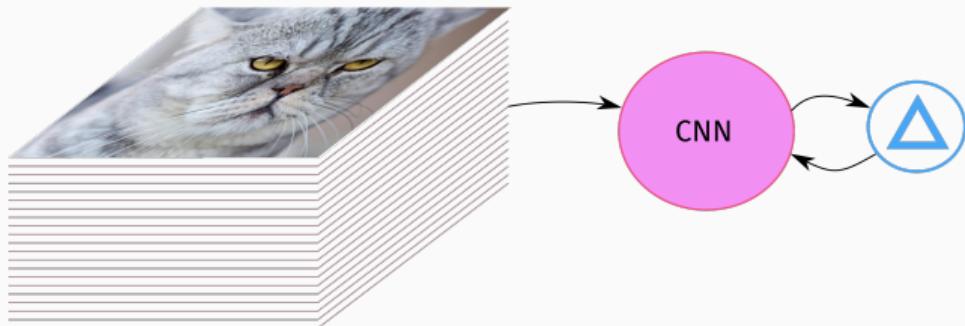
MASKINLÆRING

- Fleire meir eller mindre overlappande delmengder av maskinlæring
- Representasjonslæring
 - Samling av maskinlæringsmetodar som ikkje treng handlaga preprosessering.
 - Ein kan gi metoden rå data, og den vil automatisk oppdage representasjonar og trekk i dataen som den kan benytte til klassifisering eller deteksjon.
- Djup læring
 - Metodar som brukar fleire nivå av representasjonslæring, frå rå data til representasjonar med aukande abstraksjonsnivå.
- Styrt læring
 - Nytter treningseksemplar til for å oppnå ønska resultat
 - Den mest vanlege forma av maskinlæring er styrd læring.





Albatross: 0.0023 %
Boat: 0.0001 %
Cat: 98.12341 %
Dog: 0.023 %
....



KONVOLUSJONSNETTVERK (CNN)

TREKK, KJENNETEIKN OG KARAKTERISTIKKAR

- Eit bilde har mange kjenneteikn eller trekk.
- Lågnivå: form, tekstur, farge, kanter, farge etc.
- Høgnivå: auge, hjul, vindauge etc.
- Konvolusjonar er godt nytta til å framheve kjenneteikn ved eit bilde.



FRAMHEVING AV TREKK — KONVOLUSJON

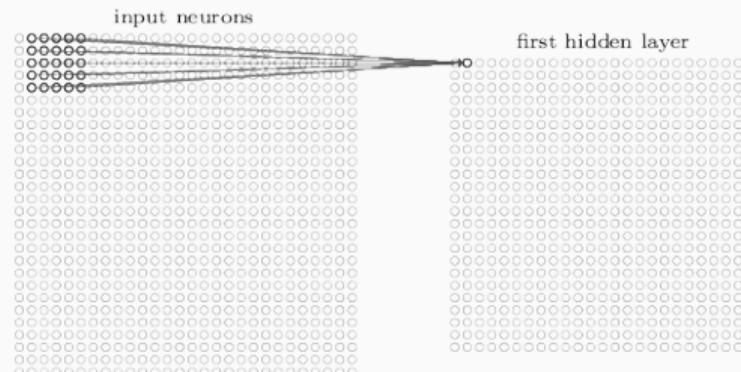
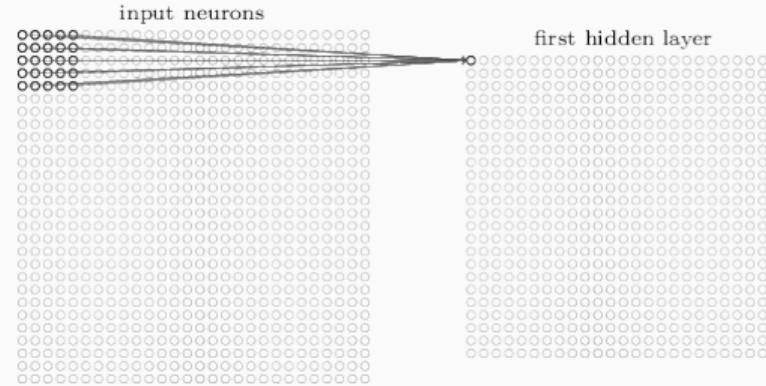
Konvolusjon av eit bilde f med ei filterkjærne h av størrelse $(2m + 1) \times (2n + 1)$

$$(f * h)(x, y) = \sum_{s=-m}^m \sum_{t=-n}^n f(x-s, y-t)h(s, t)$$

Eksempel:

$$h_x = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix},$$

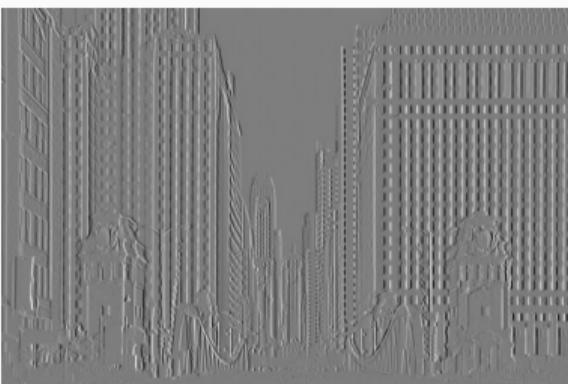
$$h_y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}.$$



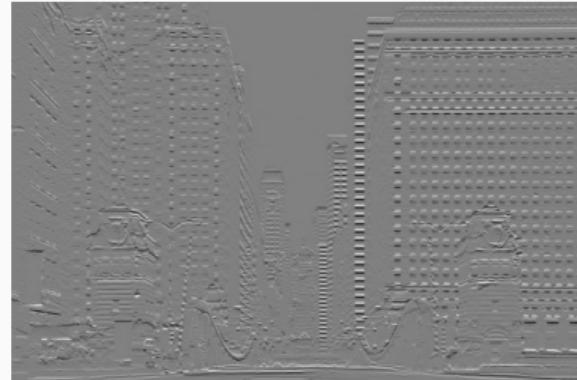
DØME PÅ KANTDETEKSJON



(a) f



(c) $f * h_y$

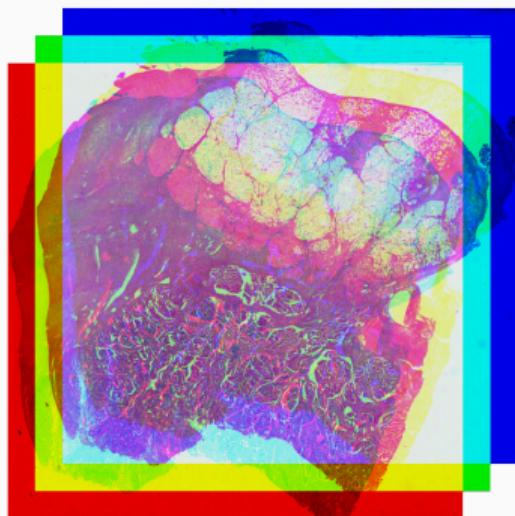
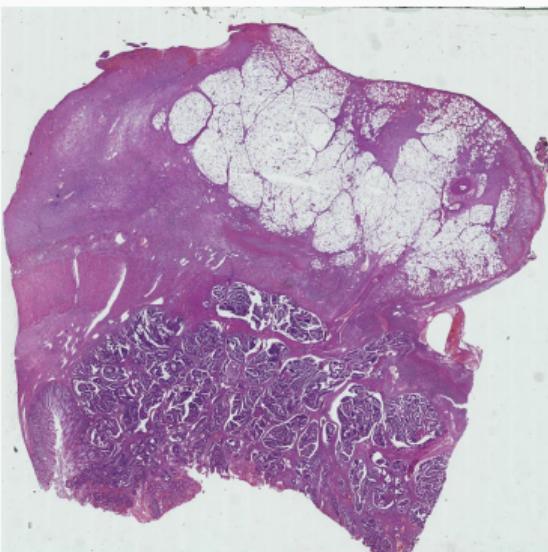


(b) $f * h_x$

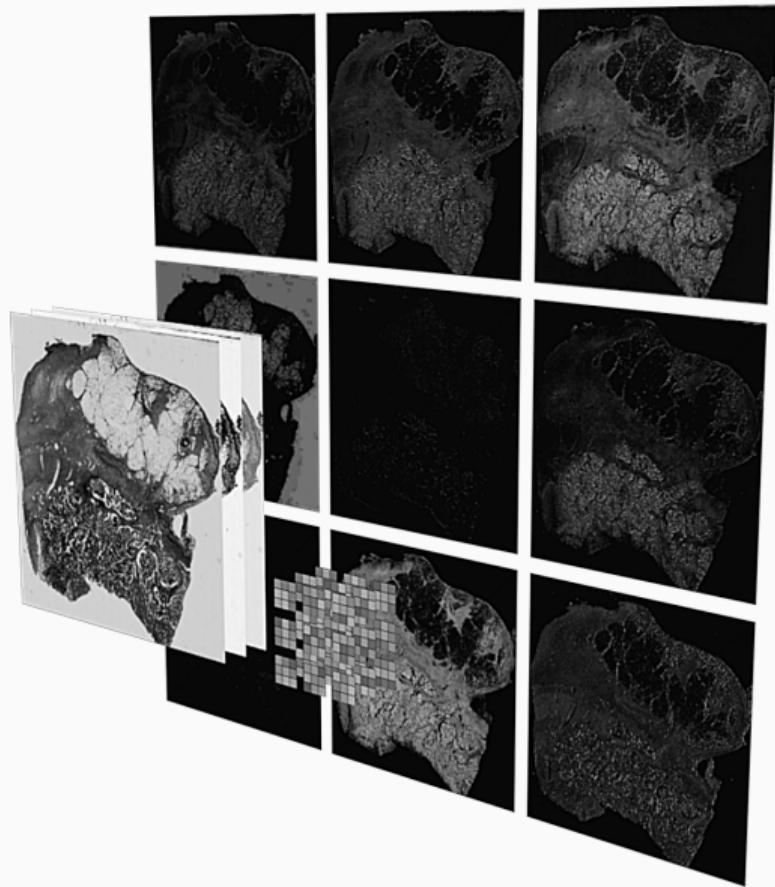


(d) $|\nabla f|$

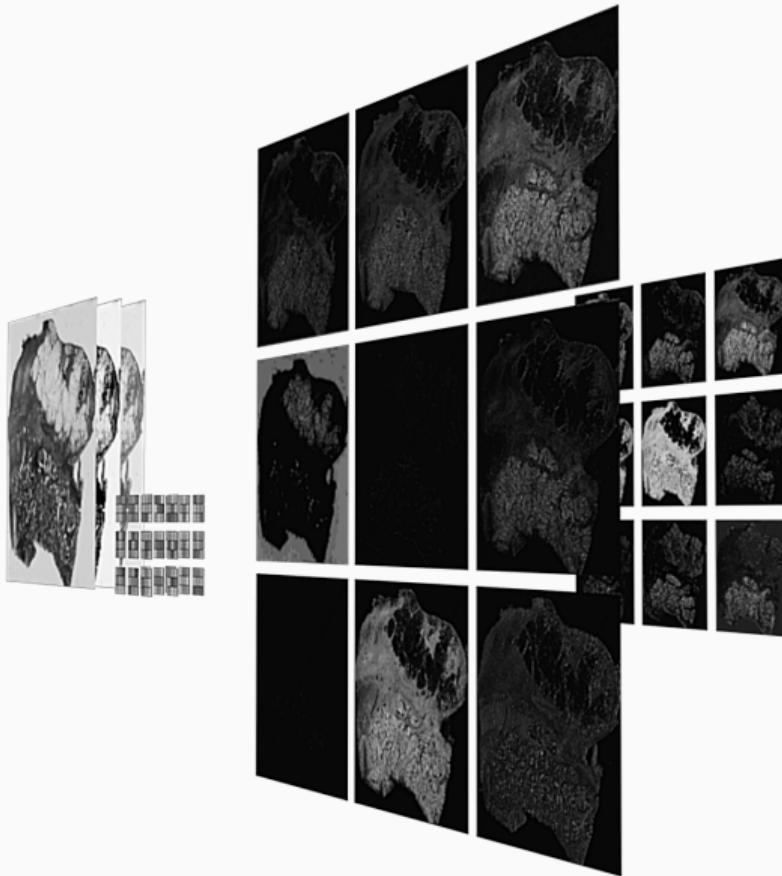
CNN EKSEMPEL — INPUT



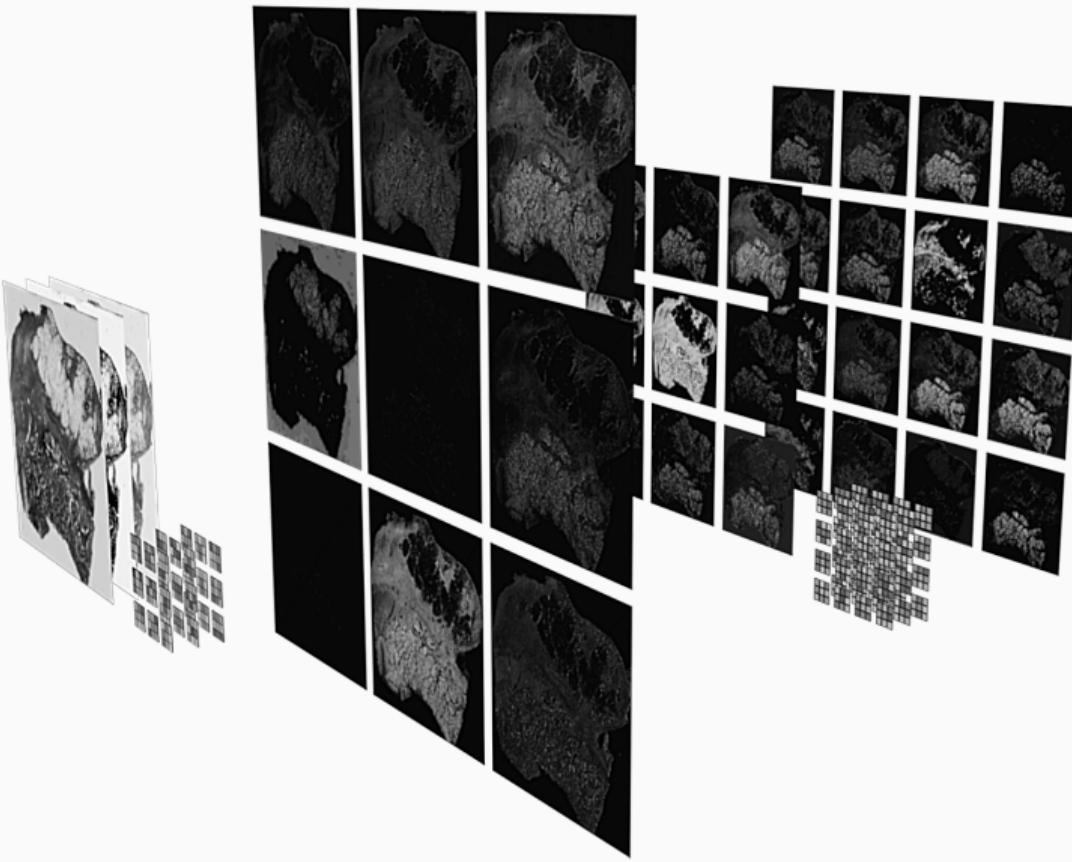
CNN EKSEMPEL — KONVOLUSJONSLAG 1



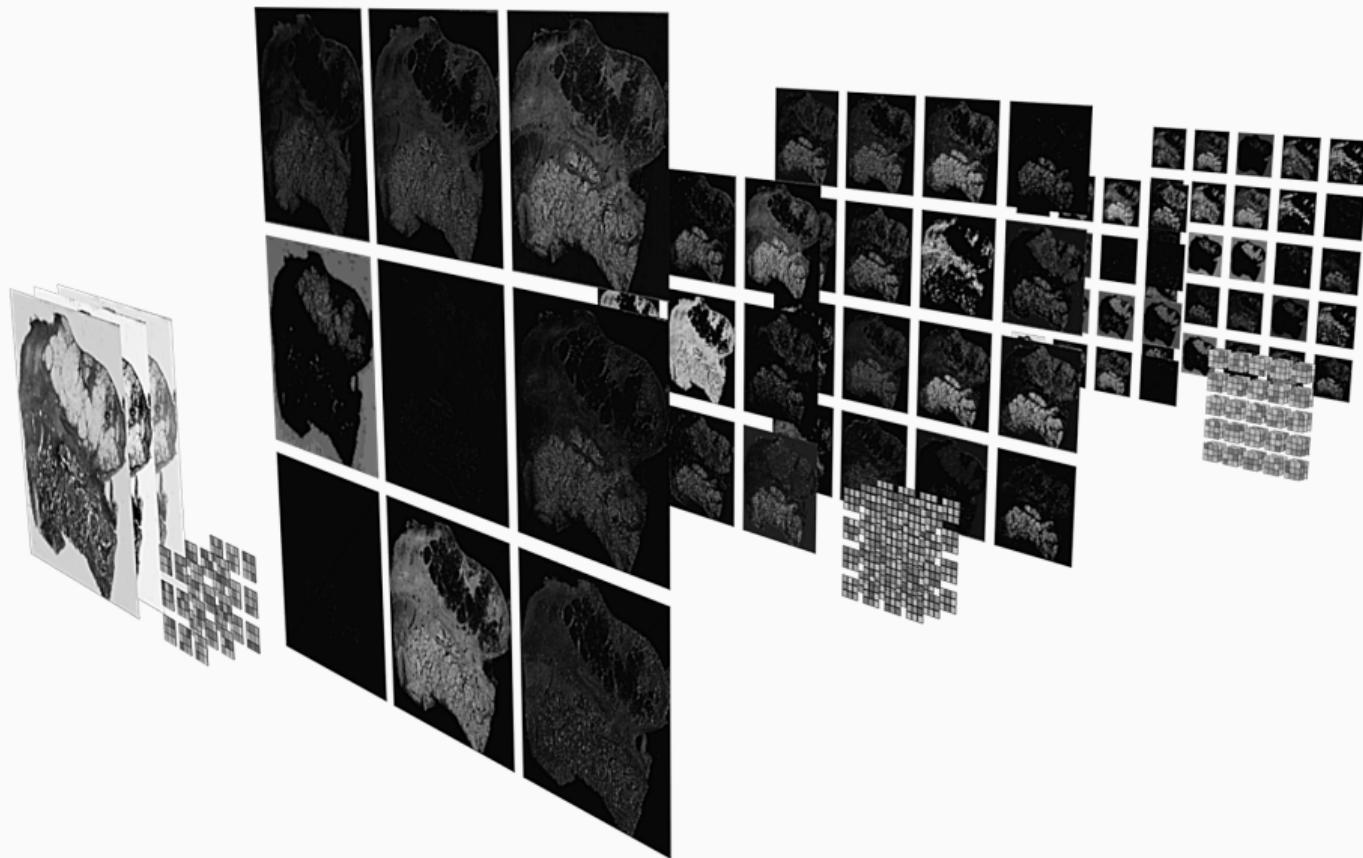
CNN EKSEMPEL — POOLINGLAG 1



CNN EKSEMPEL — KONVOLUSJONSLAG 2



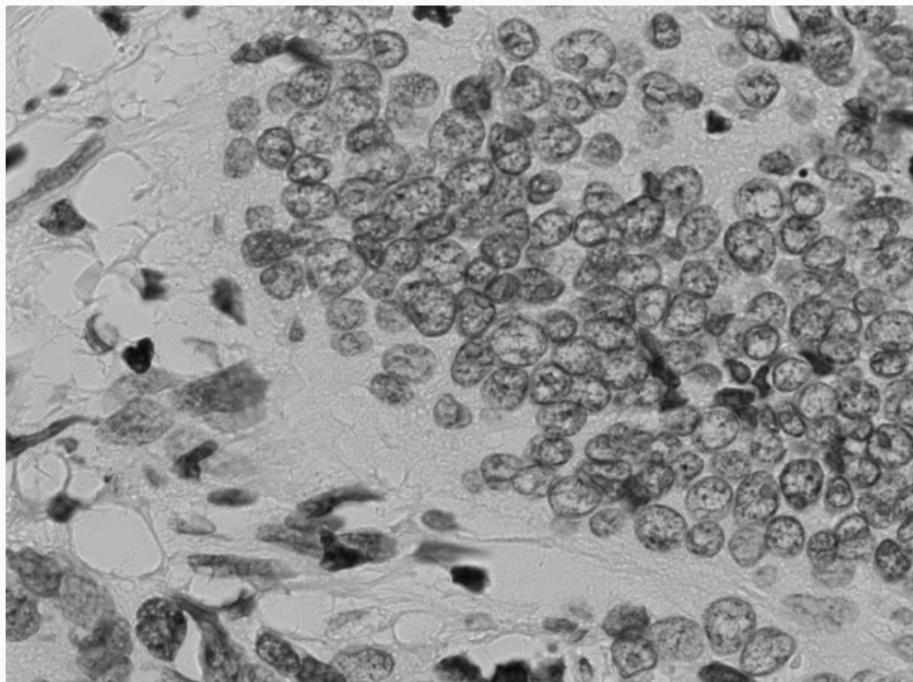
CNN EKSEMPEL — KONVOLUSJONSLAG 3

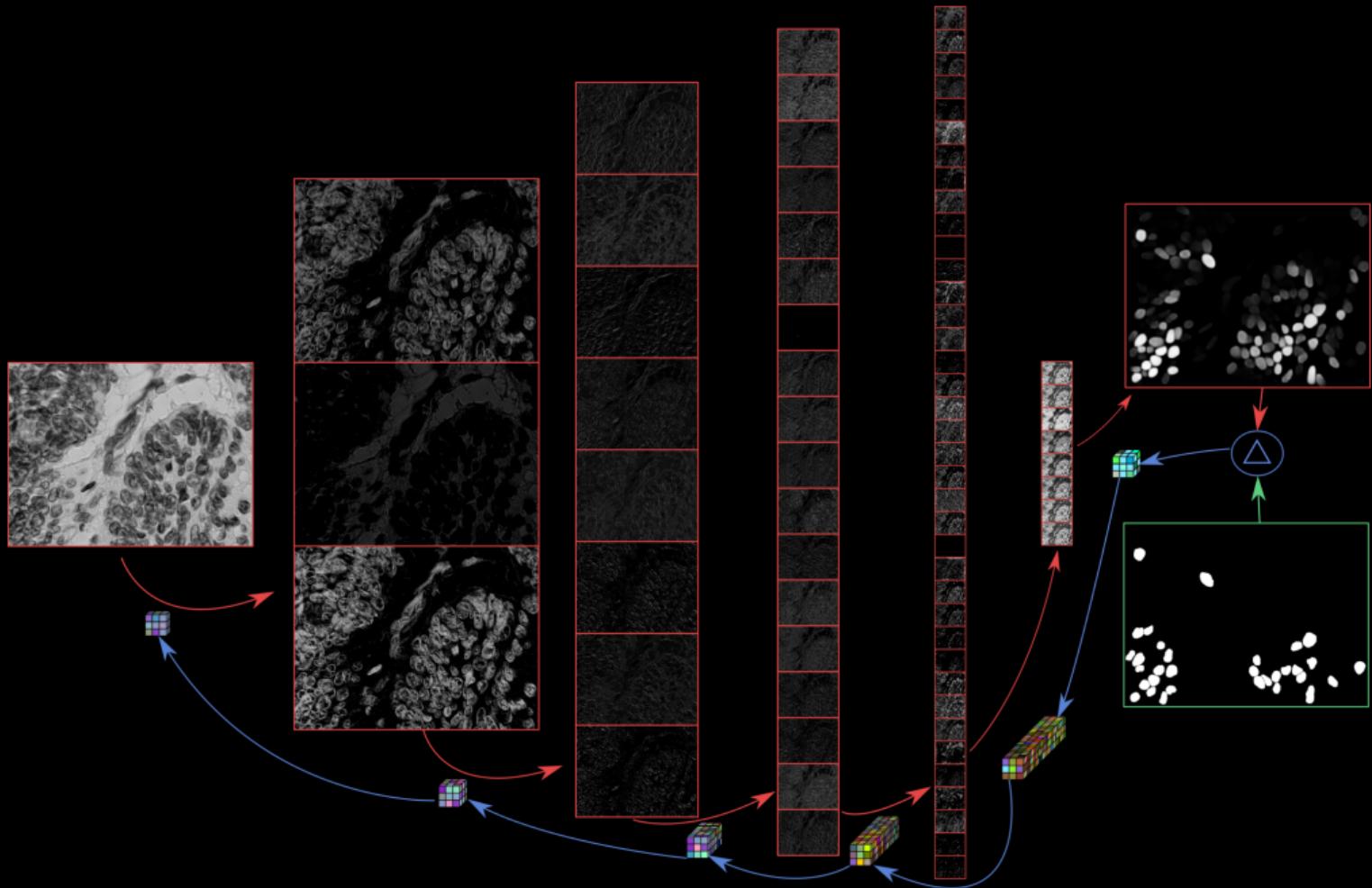


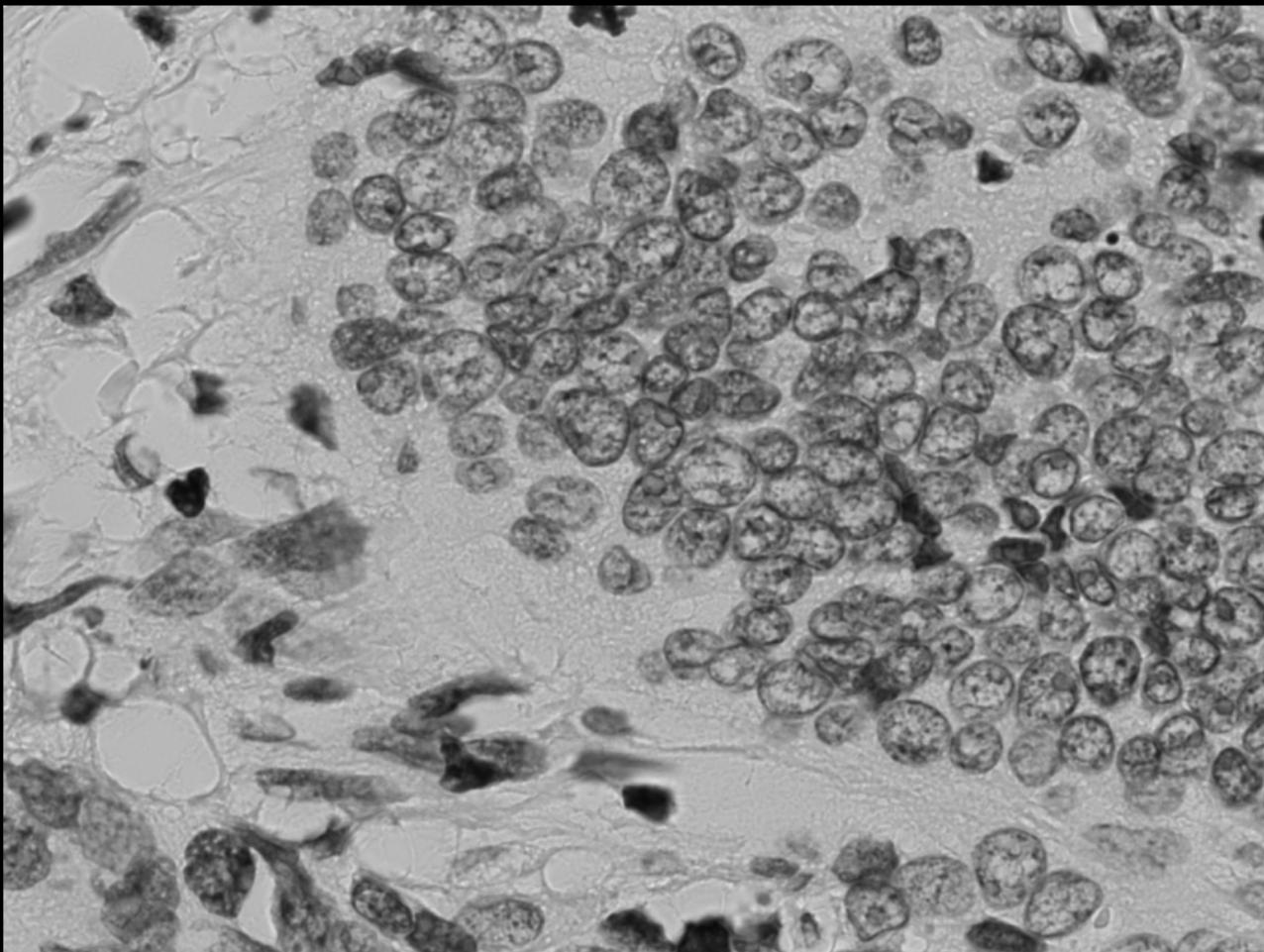
ANVENDINGAR PÅ ICGI

SEGMENTERING AV CELLEKJÆRNER

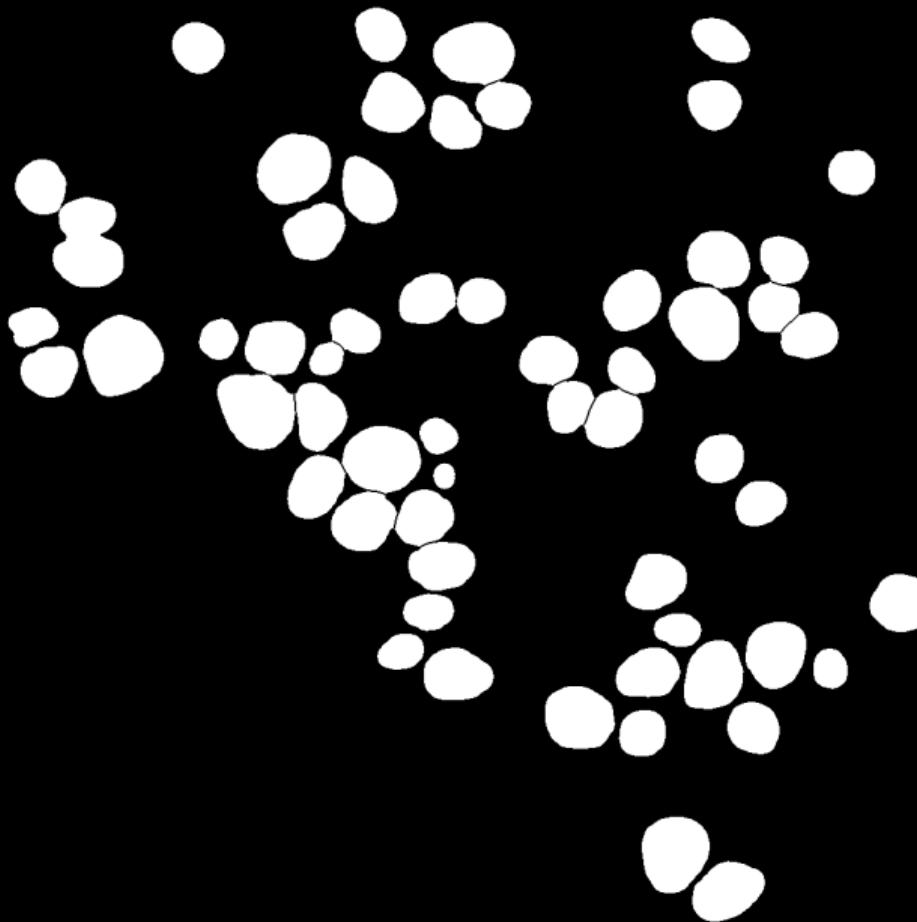
- Frå kolorektalvev
- 600x forstørring
- Kun interessert i kjærner som
 - er i fokus,
 - ikkje overlappar,
 - ser "bra ut"
- Viktig steg i mange applikasjonar
- Ugjennomførbart med tradisjonelle metodar

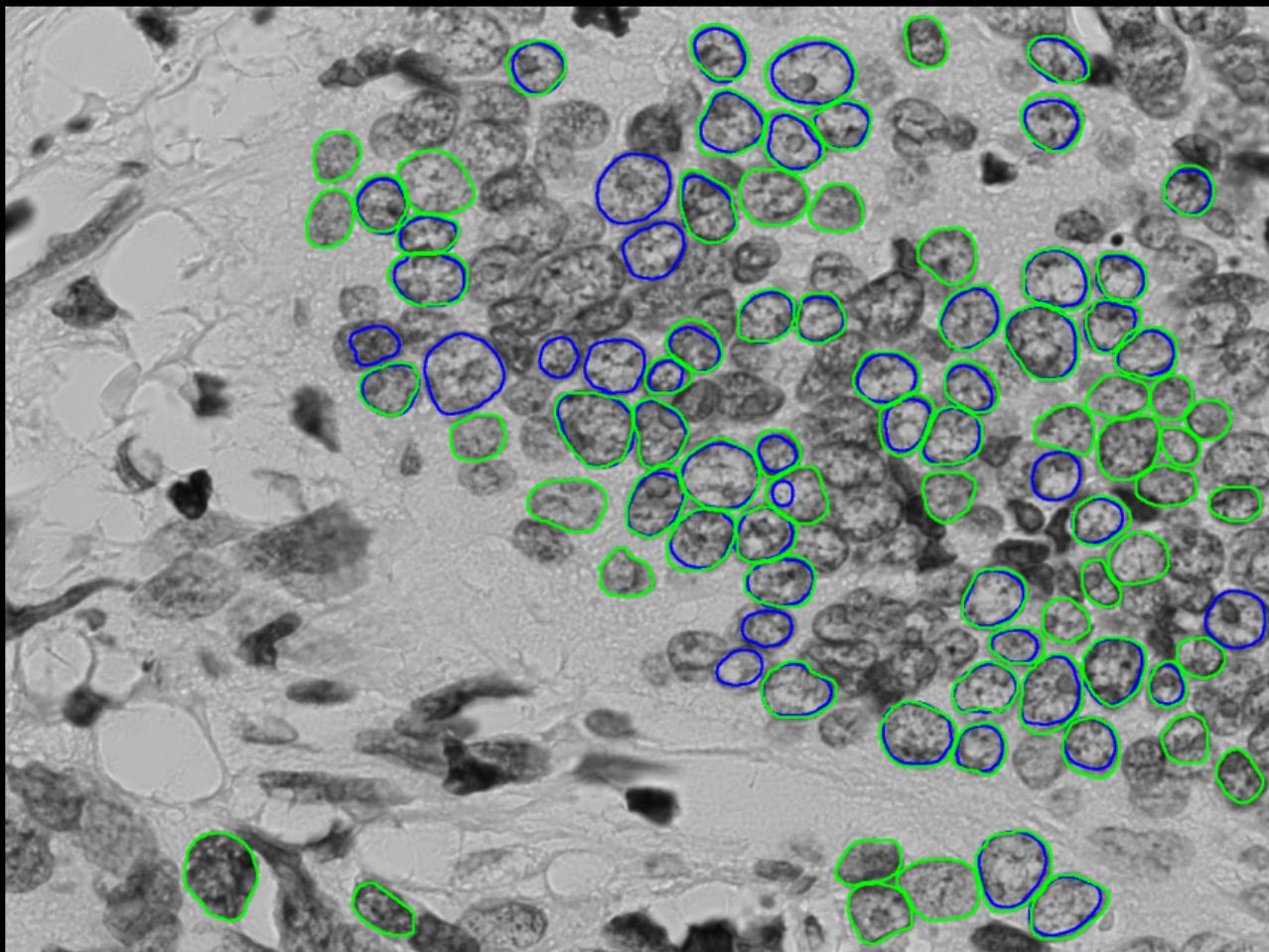


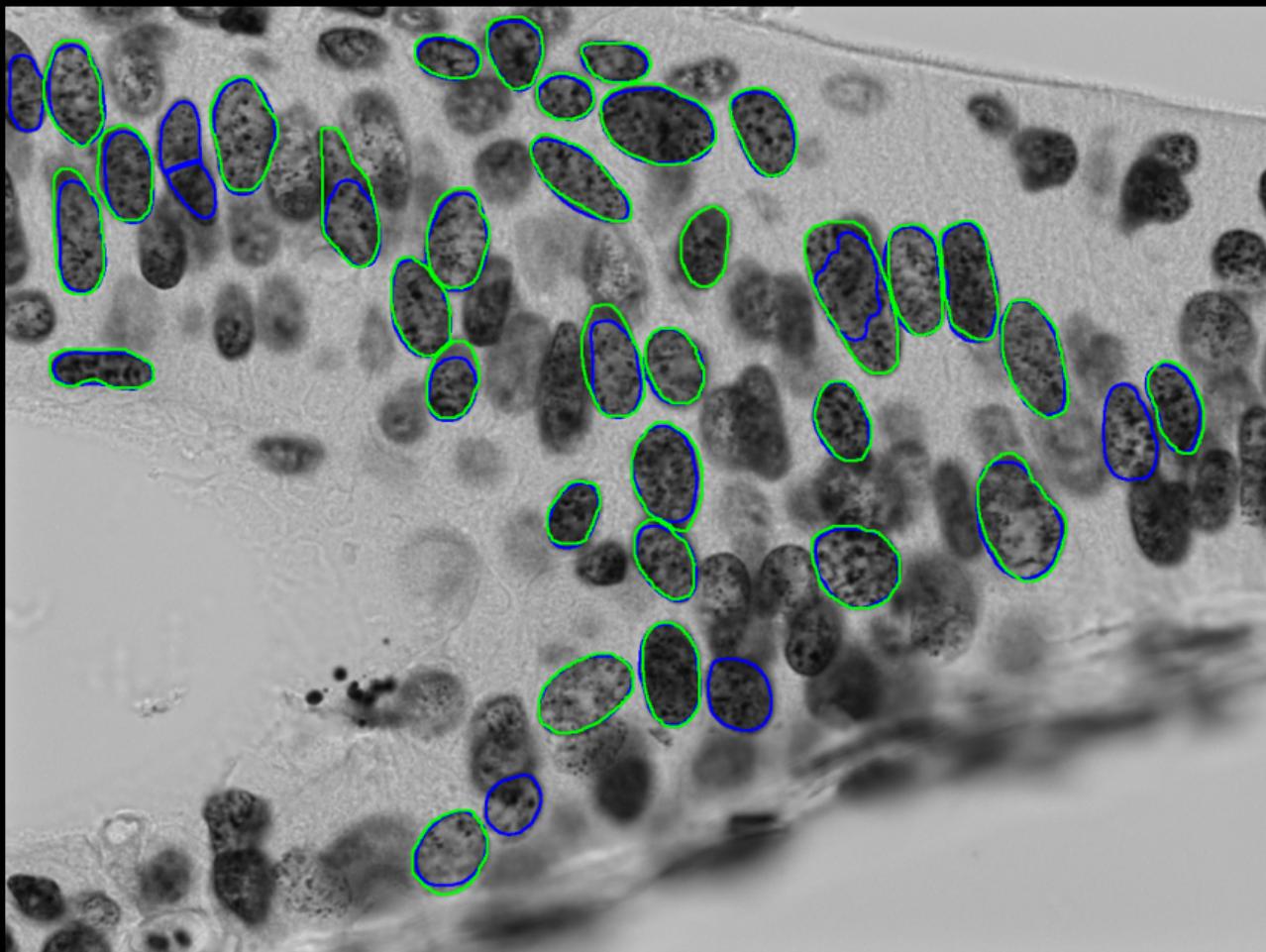


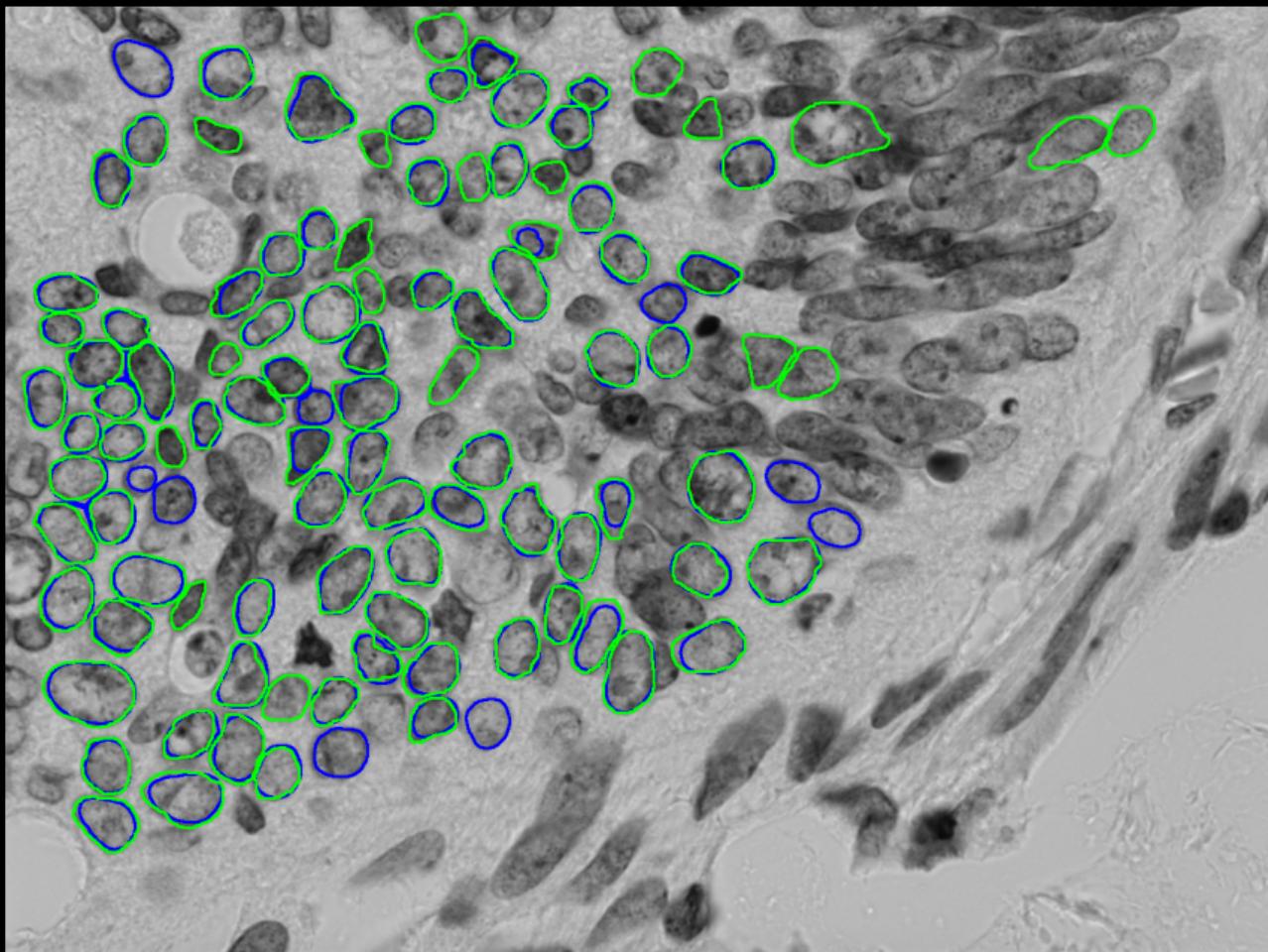






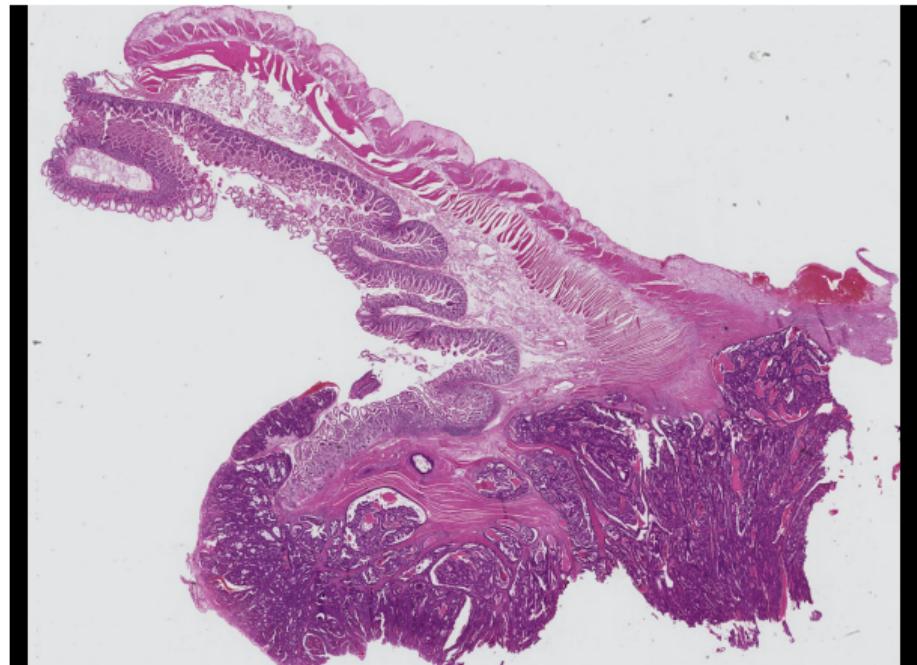


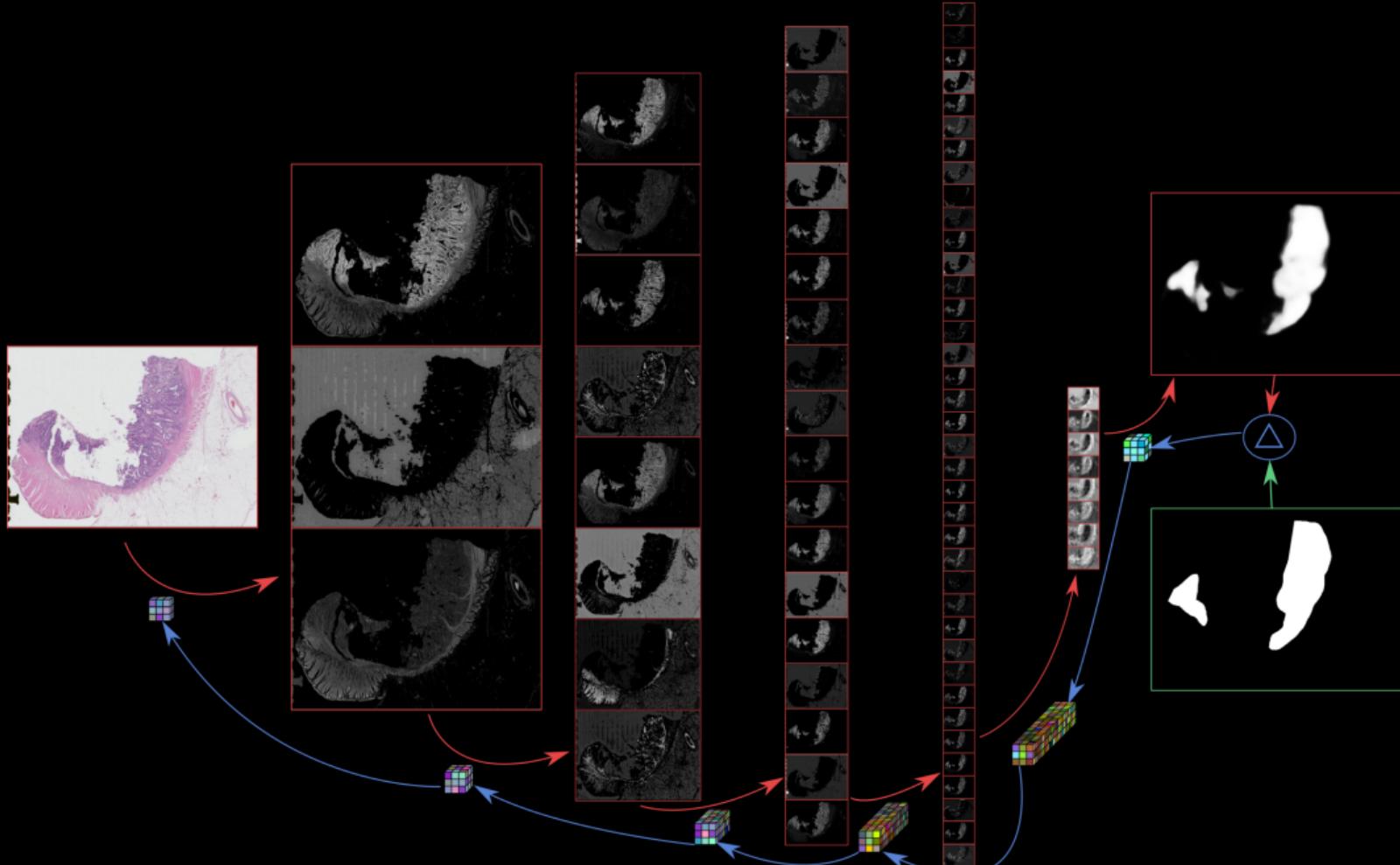


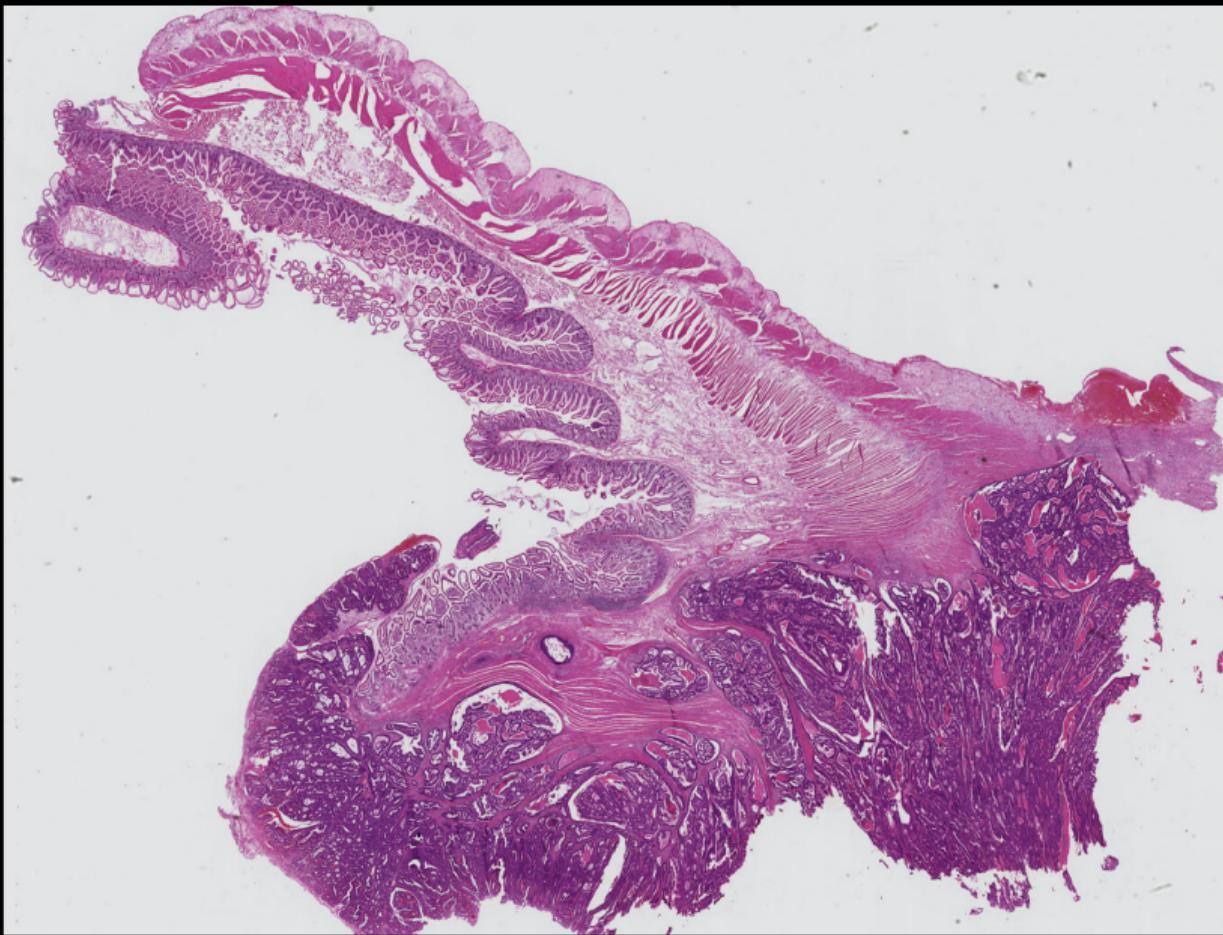


TUMORDELINERING

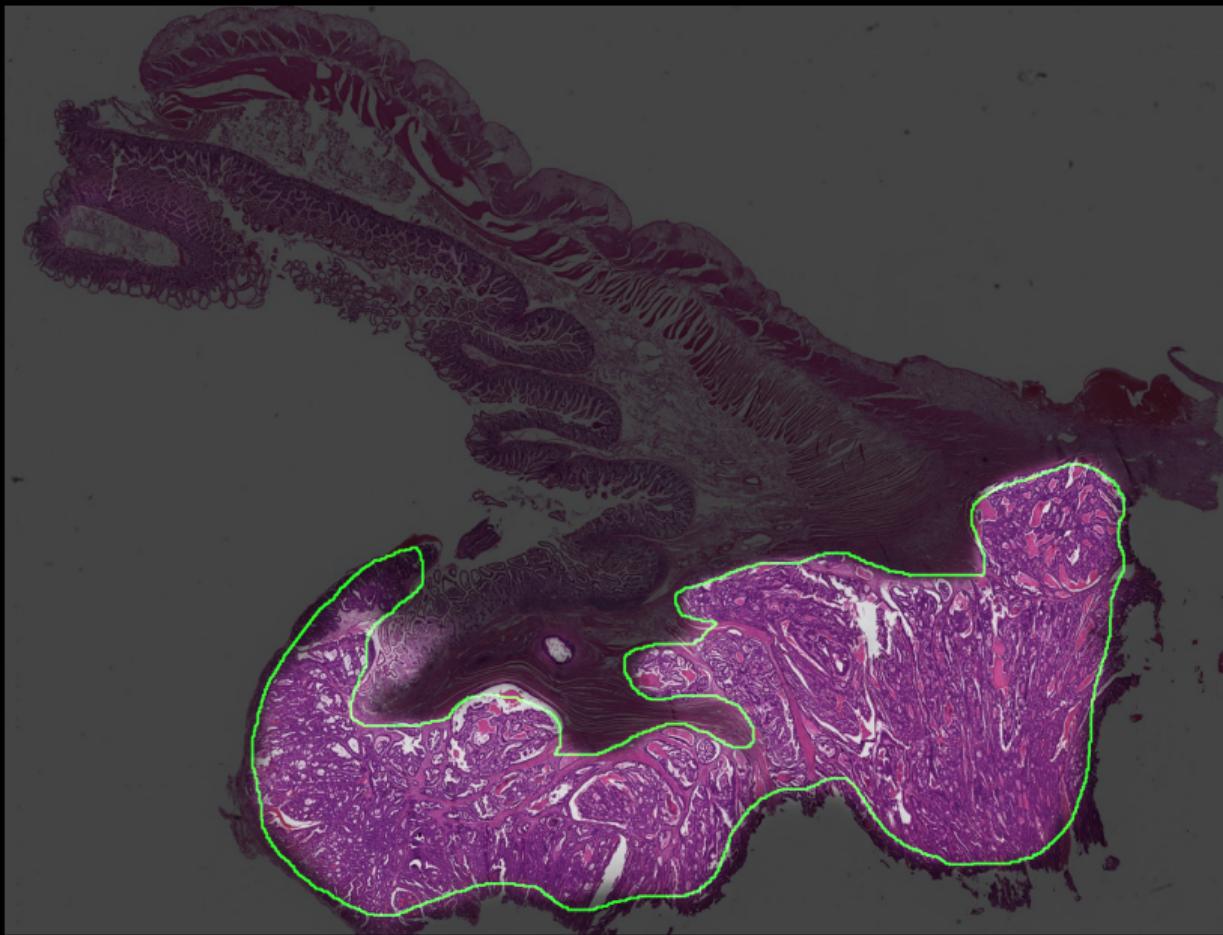
- 400x forstørring
- Detekter tumorområde
- Liknande problem som kjærnesegmentering

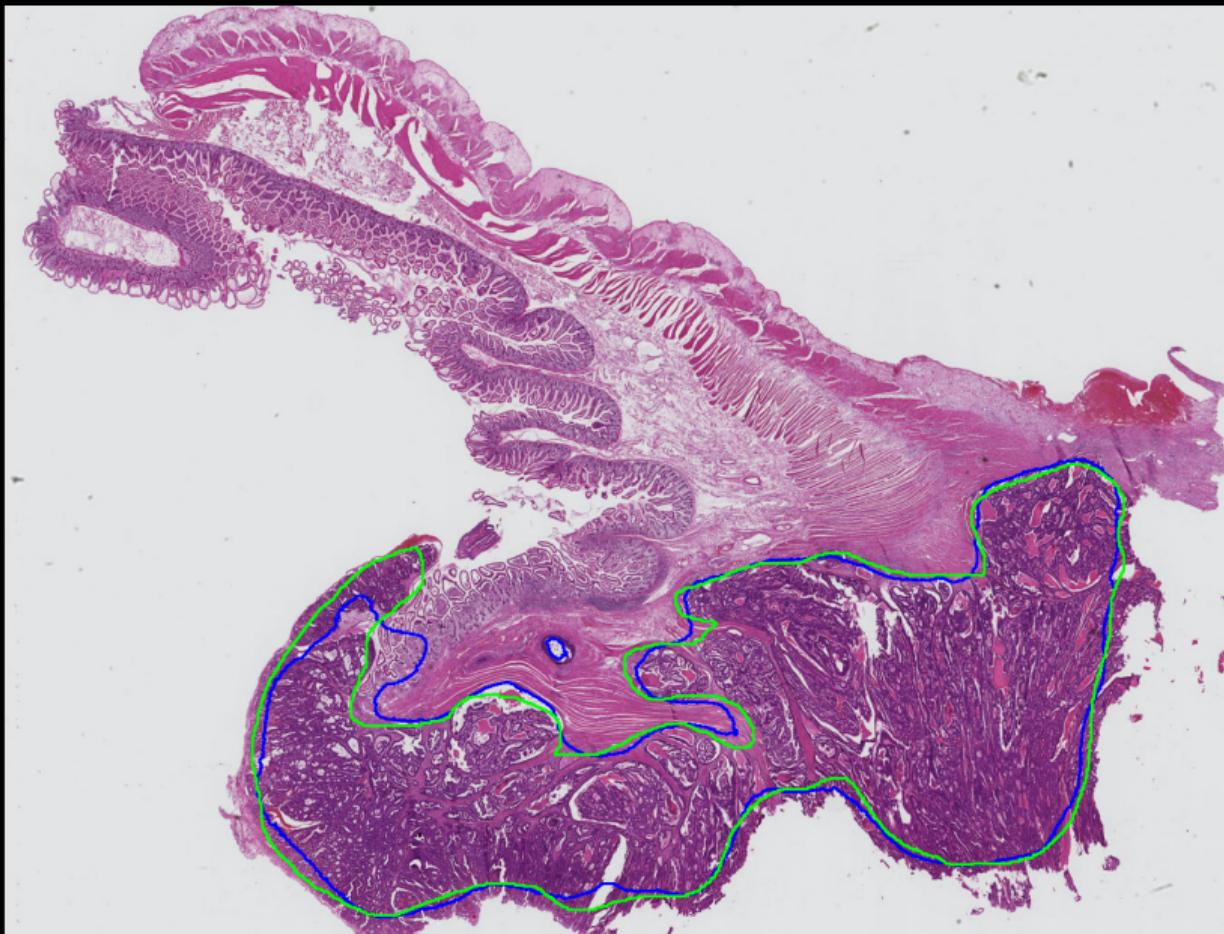


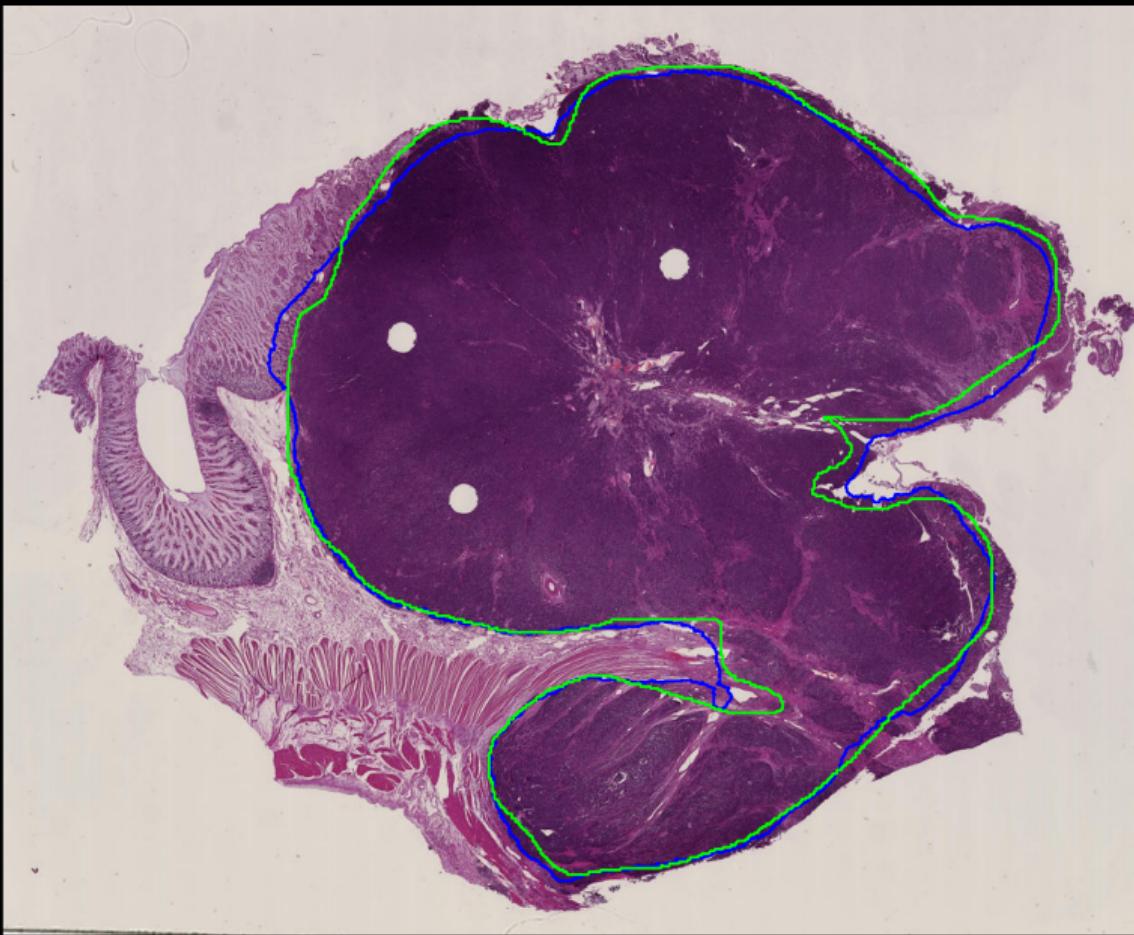


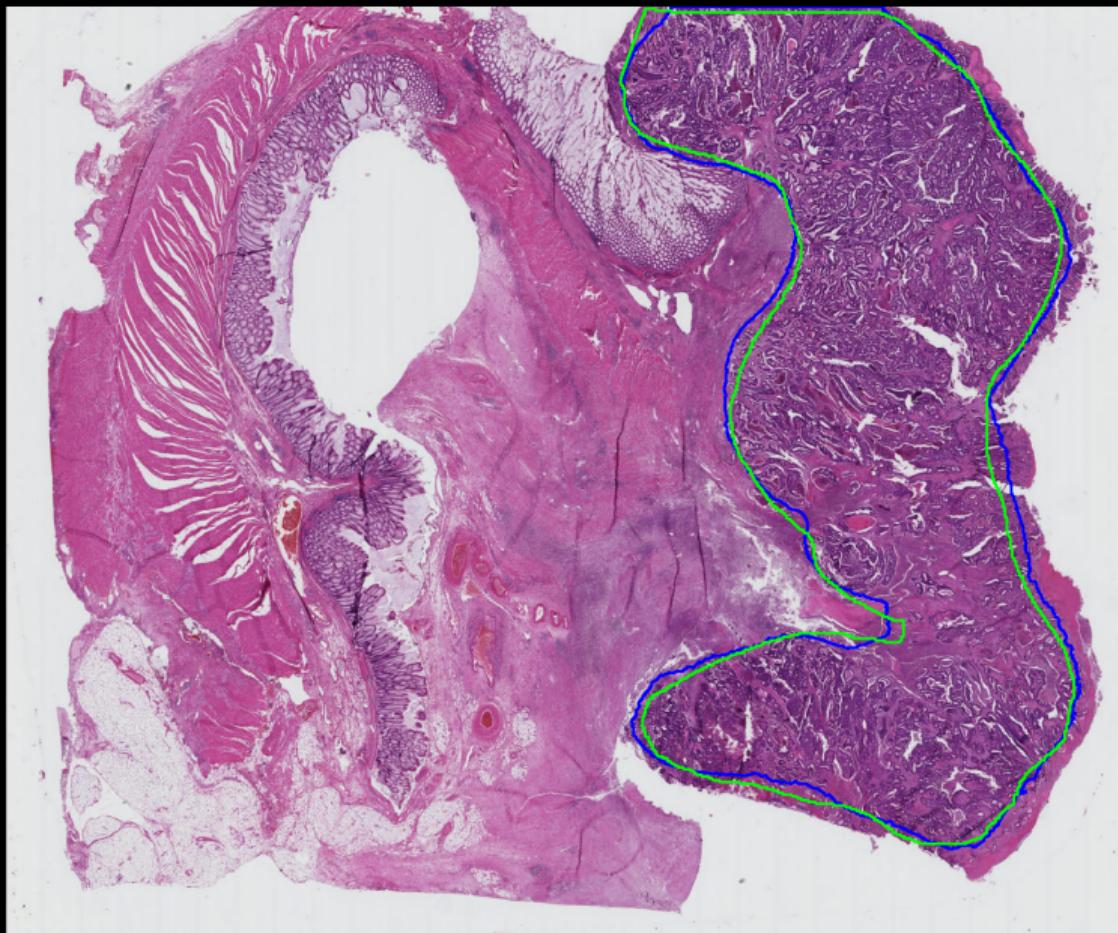






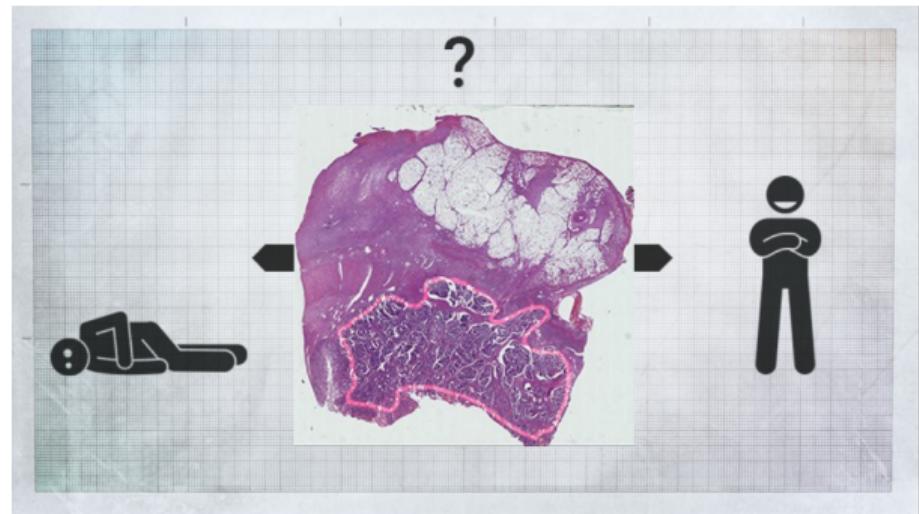




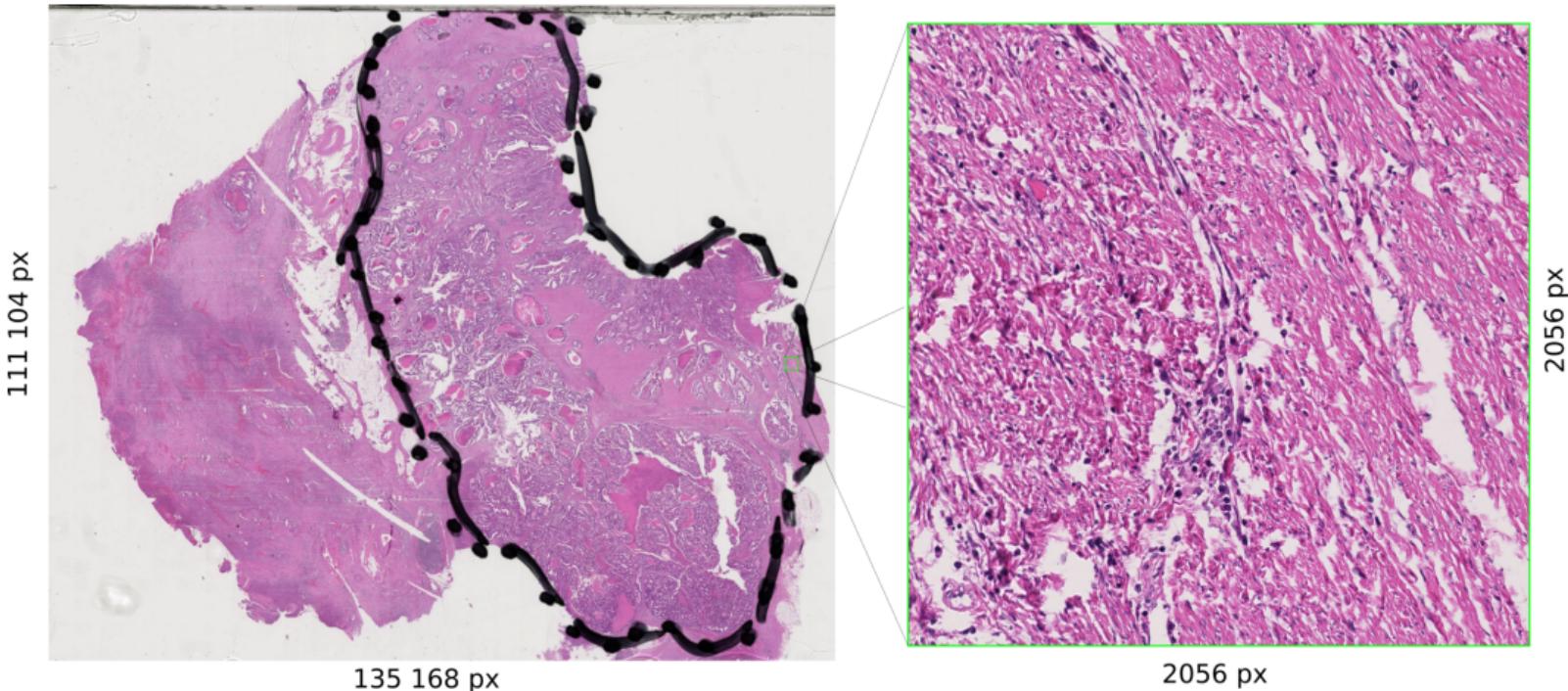


TUMORGRADERING

- Prediker utfallet til pasienten basert på histopatologiske bilder
- Klassifiseringsproblem (regresjonsproblem)
- Motivasjon:
 - Forbetre treffsikkerheit
 - Auke throughput
 - Redusere subjektivitet
- Vansklig problem.
Hovudutfordringar
 - Bildestørrelse
 - Tumor heterogenitet



BILDESTØRRELSE



1111 104 px

135 168 px

2056 px

2056 px

MENGDE DATA



TUMORHETEROGENITET



AVSLUTNING

- Eksemplene her er utenkelig å løse tradisjonelt
- Fortsatt forholdsvis nytt felt
 - Seinaste revolusjon starta i 2012
 - ImageNet "løyst" i 2015
- Er fortsatt veldig hypa
- Vanvittig auke i verktøy (software og hardware) siste par åra
- Enorm satsing i akademia og industrien
 - Google, Facebook, Baidu, OpenAI, University of Toronto, Université de Montréal, Stanford, Coursera, ...
- På Radiumhospitalet: DoMore! fyrtårnprosjekt, starta tidlig 2016
- På UiO: INF5860 – Maskinlæring for bildeanalyse, første semester vår 2017

TAKK FOR MEG

Meir info:

- www.medinfo.net
- www.domore.no
- www.aftenposten.no/viten/i/6EmgQ/Maskiner-skal-lare-seg-hvor-farlig-kreften-er



UiO **Department of Informatics**
University of Oslo

SPØRSMÅL?
