

Kursus: M4STI1

Eksamensdato: 09.06.2017 – 09:30 – 13:30 (forlænget prøvetid 14:15)

Eksamenstermin: Q4 sommer 2017

Underviser: Allan Leck Jensen

Praktiske informationer

Ingeniørhøjskolen udleverer:

1 omslag samt papir til kladde og renskrift. Der skal udfyldes og afleveres 1 omslag.

Denne eksamen er en del af "Digital Eksamen". Det betyder, at opgaven udleveres og afleveres gennem den digitale eksamensportal. Håndskrevne dele af besvarelsen afleveres dog i de udleverede omslag. I Digital Eksamen skal besvarelsen afleveres i PDF-format.

Husk angivelse af navn og studienummer på alle sider, samt i dokument-/filnavn

Hvis du afleverer alt håndskrevet, SKAL du uploade et dokument i Digital Eksamen, hvor der står at du har afleveret i hånden. Husk at aflevere i Digital Eksamen. Du vil modtage en elektronisk afleveringskvittering straks du har afleveret korrekt.

Husk at aflevere til tiden, overskrides dette skal du indsende dispensationsansøgning

Alle hjælpemidler må benyttes, herunder internettet som opslagsværktøj, men det er **IKKE** tilladt at kommunikere med andre.

Særlige bemærkninger: Det er muligt at aflevere elektronisk via Digital Eksamen portalen

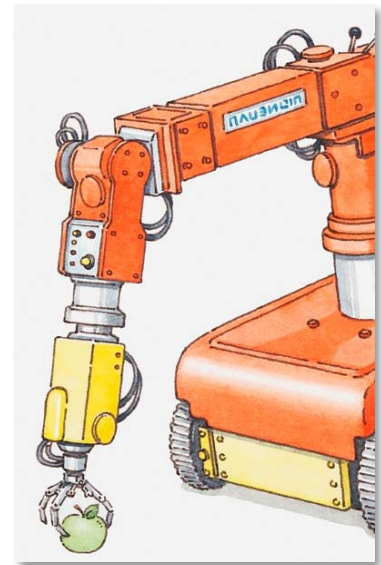
Bemærk følgende:

- Decimaltal i opgaverne er angivet med engelsk decimalseparator (.)
- Alle data fra opgaverne kan downloades fra Digital Eksamen portalen i et regneark med navnet Data_M4STI1_2017F.xlsx. I regnearket angiver kolonnenavnet, hvilken opgave data hører til.
- Nogle delopgaver benytter resultatet fra en tidligere delopgave. Hvis du ikke kunne løse den, kan du blot antage en værdi for resultatet og regne videre med det.

Alle fire opgaver i eksamenssættet handler om udvikling af en robot til plukning af æbler, men opgaverne kan regnes uafhængigt af hinanden.

Det danske klima er velegnet til dyrkning af æbler, men danske æbleavlere har svært ved at konkurrere på det internationale marked, fordi der traditionelt er behov for meget manuelt arbejde i forbindelse med æblehøst. Derfor vil en gruppe ingeniører udvikle en robot-prototype til høst af æbler. Robotten har følgende fire funktioner:

- Genkendelse.** Billeder af æbletræet behandles med billedanalyse, så positionen af plukkemodne æbler kan bestemmes
- Greb.** En fleksibel mekanisk arm griber ind imellem grenene og bruger tre fingre for enden af armen til at gribe fat om et af de æbler, som er blevet genkendt i delproces A
- Plukning.** Robotarmens yderste led drejer om æblets akse, så stilken knækker og æblet er plukket
- Pakning.** Robotarmen transporterer forsigtigt æblet ud imellem grenene og lægger det i en kasse



Opgave 1 – Plukkeeffektivitet

Udviklerne af robotten undersøger effektiviteten af robotten i hver delproces A, B, C og D. Det viser sig, at robotten genkender 90% af de modne æbler i et æbletræ. Af de æbler, der genkendes, lykkes det robotten at gribe fat om 85% af æblerne – resten sidder udenfor robotarmens rækkevidde. 92% af de æbler, som robotarmen får grebet fat om, bliver plukket – resten falder på jorden og bliver kasseret. Endelig bliver 87% af de plukkede æbler pakket uden at blive beskadiget.

Udviklerne tester robotten på et bestemt æbletræ, hvor en æbleavler har optalt, at træet bærer 975 æbler, hvoraf de 850 er plukkemodne.

- Hvor mange æbler vil man forvente, der bliver henholdsvis genkendt, grebet fat om, plukket og pakket? Hvad er robotens samlede plukkeeffektivitet, d.v.s. hvor stor en andel af de plukkemodne æbler bliver plukket og pakket i kasser?
- Hvor mange modne æbler vil man forvente, der sidder tilbage på træet, når robotten er færdig?

Opgave 2 – Genkendelse af modne æbler

Udviklerne ønsker at forbedre genkendelsen af modne æbler, så de installerer et bedre kamera og et mere avanceret billedbehandlingssystem. De erfarer, at det nye billedbehandlingssystem bedømmer modne æbler forkert i 7% af tilfældene, og det bedømmer umodne æbler forkert i 12% af tilfældene. Det vil for eksempel sige, at hvis man viser robotten et modent æble, så bedømmer systemet fejlagtigt, at æblet er umodent i 7% af tilfældene og korrekt, at det er modent, i 93% af tilfældene.

Lad M betegne hændelsen, at et tilfældigt udvalgt æble i virkeligheden er modent, og lad m betegne hændelsen, at billedbehandlingssystemet bedømmer et æble til at være modent. Tilsvarende betegner M^c at et æble i virkeligheden er umodent og m^c at et æble bliver bedømt som umodent. Så kan vi skrive fejlfrekvenserne som betingede sandsynligheder: $P(m^c | M) = 0.07$ og $P(m | M^c) = 0.12$.

Beregn følgende for træet med 975 æbler, hvoraf 850 er modne:

- Beregn sandsynlighederne $P(M)$, $P(M^c)$, $P(m | M)$ og $P(m^c | M^c)$.
- Beregn sandsynligheden for, at det nye system bedømmer et tilfældigt æble fra træet som modent.
- I en kasse er der samlet 50 æbler, som det nye system har bedømt som modne, og som robotten derfor har genkendt, grebet, plukket og pakket. Hvor mange af æblerne i kassen må man forvente i virkeligheden er umodne?
- Beregn hvor mange æbler det nye system vil bedømme forkert, hvis alle træets æbler bedømmes.

Opgave 3 – Temperatursensor

Æbleplukningsrobotten har forskellige sensorer installeret, herunder vejsensorer, så æblerne bliver plukket under optimale vejrforhold. Robotten har blandt andet et termometer af typen NTC-termistor. En termistor virker ved, at der sendes en strøm igennem et materiale, hvor modstanden i materialet afhænger af temperaturen. Når temperaturafhængigheden kendes, kan den målte modstand omsættes til en temperatur. I en NTC (Negative Temperature Coefficient) termistor falder modstanden med stigende temperatur. Udviklerne af robotten ønsker at finde en passende funktion, der beskriver sammenhængen mellem målt modstand M (k Ω) og temperatur t (°C). De benytter følgende tabel med referencemålinger:

| Temperatur (°C) | Modstand (k Ω) |
|--------------------|---------------------------|
| -5 | 31.9 |
| 0 | 23.1 |
| 5 | 18.9 |
| 10 | 14.0 |
| 15 | 11.4 |
| 20 | 8.9 |
| 25 | 6.3 |
| 30 | 5.2 |
| 35 | 4.1 |
| 40 | 3.0 |

- Lav en lineær regression, der udtrykker temperaturen som funktion af modstanden. Skriv regressionsligningen op. Beregn den forventede temperatur, når der måles en modstand på 10.0 k Ω .
- Forklar ved hjælp af regressionsanalysens statistikker (p-værdier, R^2 , Adjusted R^2 og F), om det er en god model.
- Prøv at lave bedre fit med hver af følgende to lidt mere komplicerede modeller (henholdsvis en polynomiell og en logaritmisk transformation af modstanden M):
$$t = b_0 + b_1 M + b_2 M^2$$
$$t = b_0 + b_1 \ln(M)$$
Skriv funktionsudtrykkene for de to modeller op og beregn den forventede temperatur, når der måles en modstand på 10.0 k Ω .
- Lav scatter plots og residualplots af de to transformerede modeller.
- Diskuter hvilken model, der er bedst, på baggrund af analyserne i delopgave c) og d).

Opgave 4 – Metoder til vurdering af modenhed

Robottens beslutningsstøttesystem til vurdering af, om et æble er plukkemodent, fungerer ved billedbehandling. Et billede af æblet vurderes ud fra farvesammensætning, og for hver æblesort kan farvesammensætningen omsættes til en score mellem 0 og 100. Hvis et æble scorer 90 eller derover, bedømmes det som plukkemodent. Udviklerne har to forskellige metoder til at omsætte farvesammensætningen i billedet til en modenhedsscore af æblet. Metoderne kaldes henholdsvis Hue_{ab} og a^* efter de farveegenskaber, der benyttes.

Udviklerne ønsker at undersøge, om der er forskel på metodernes vurdering af æblers modenhed. Derfor udvælger de 24 æbler, og for hvert æble beregner de modenhedsscoren med begge metoder. Resultaterne vises i tabellen nedefor:

| Æblenr. | Hue_{ab} | a^* | Æblenr. | Hue_{ab} | a^* | Æblenr. | Hue_{ab} | a^* |
|---------|------------|-------|---------|------------|-------|---------|------------|-------|
| 1 | 86 | 85 | 9 | 90 | 91 | 17 | 94 | 89 |
| 2 | 79 | 76 | 10 | 97 | 97 | 18 | 65 | 61 |
| 3 | 45 | 41 | 11 | 65 | 60 | 19 | 89 | 89 |
| 4 | 77 | 73 | 12 | 80 | 71 | 20 | 80 | 85 |
| 5 | 98 | 96 | 13 | 96 | 97 | 21 | 94 | 89 |
| 6 | 92 | 90 | 14 | 91 | 92 | 22 | 93 | 87 |
| 7 | 88 | 86 | 15 | 81 | 73 | 23 | 88 | 91 |
| 8 | 62 | 63 | 16 | 91 | 87 | 24 | 77 | 78 |

- Lav og kommentér et parallelt boksplot, der viser modenhedsscoren med de to metoder.
- Man ønsker at slå fast med et signifikansniveau på 5 %, om der er forskel på de to metoder. Opstil nulhypotese og alternativhypotese for denne hypotesetest.
- Opstil formelen for teststatistikken. Angiv hvilken fordeling den følger.
- Beregn den kritiske region for testen, beregn teststatistikken og konkludér på hypotesetesten.
- Beregn et 95 % konfidensinterval for forskellen på metodernes middelværdi.
- Diskuter hvordan boksplot, hypotesetest og konfidensinterval stemmer overens.
- Oplys hvilke antagelser, der er gjort i hypotesetesten, og om antagelserne er rimelige på baggrund af data.