

Icke-invasiv tryckmätning i PVC-slang

Richard Metslaid

Handledare: Hans Bengtsson, Kalle Åström. Examinator: Magnus Oskarsson

I. BAKGRUND

Tryckmätningar underlättas ifall sensorn som används har kontakt med mediet, eller om där bara är ett membran mellan. Detta projekt har undersökt ifall man kan komma runt det och använda en kraftsensor på utsidan av en PVC-slang för att uppskatta trycket inuti.

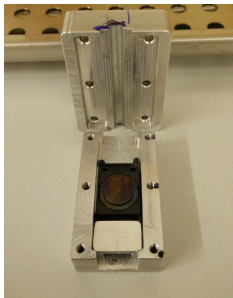
II. SVÅRT ATT MÄTA TRYCKET UTAN KONTAKT

Ifall man inte kan vara i direktkontakt med området man vill mäta trycket i, eller ha något väldigt tunnt material (membran) mellan, är det oftast svårt att mäta trycket i det området (se tex. [1]).

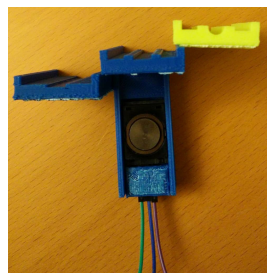
Genom att designa en speciell hållare och använda en kraftsensor, har trycket inuti en vattenfylld PVC-slang uppskattats från utsidan. För att omvandla kraften till tryck behövdes träningsdata över hur relationen mellan kraft och tryck förhållde sig. Kraften omvandlades till tryck med ett Neuralt nätverk.

III. VIKTIGT ATT HÅLLAREN ÄR STADIG

Trycket i slangens var aldrig varken väldigt högt, eller väldigt lågt (atmosfärstryck ± 220 mBar), så förändringarna i slangens diameter (som kommer sig av ändrat tryck) var inte särskilt stora. Därför var det viktigt att kraftsensorn var så noggrann som möjligt och inte begränsades av fler saker än nödvändigt. Ifall hållaren som sensorn och slangens var inuti kunde deformeras eller inte stängas exakt likadant från gång till gång, förstörde det mätningarna (för exempel se figur 2). Den slutliga lösningen var en hållare i aluminium med lock som skruvas fast och visas i figur 1.



Figur 1. Den sista iterationen av hållaren, med kraftsensorn inuti.

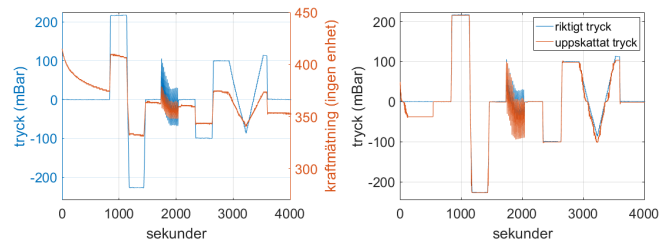


Figur 2. Ett par exempel på hållare med lock som inte fungerade särskilt bra.

Richard Metslaid, examensarbete i matematik, Lunds Universitet.
Hans Bengtsson, Triomed AB.
Kalle Åström, Matematikcentrum, Lunds Universitet.
Magnus Oskarsson Matematikcentrum, Lunds Universitet.

IV. OMVANDLING AV KRAFT TILL TRYCK

För att omvandla kraften till tryck krävdes ett antal olika saker. Först och främst behövdes systemet kalibreras några gånger i timmen (dvs. man måste säkerställa att systemet verkligen har atmosfärstryck då). Det behövdes också tas bort drift, vilket troligen kom från att slangens förändring till kompressionen i hållaren tar lång tid. Slutligen omvandlades kraftmätningen till tryck med ett Neuralt nätverk (Matlab's *nn-tool()* användes, för mer information se [2]) som hade tillgång till tidigare mätt data (träningsdata) för att göra omvandlingen. Träningsdatan är skapad genom att variera trycket i olika intervaller över ungefär 4 timmar. I figur 3 kan man se exempel på hur en kraftmätning ser ut innan modifikation. I figur 4 kan man se både det riktiga trycket, och vad uppskattningen av tryck blir efter all omvandling.



Figur 3. Exempel på hur en kraftmätning ser ut. Drygt 1h visas. Figur 4. Riktigt tryck och uppskattat tryck. Drygt 1h visas.

V. PROBLEM MED RESULTATET

Målet var att kunna se skillnader på 20 mBar. Medelfelet var 7.31 mBar vilket kan tyckas väldigt bra men tyvärr var det bara $\approx 88.6\%$ av mätningarna som hade ett fel lika med eller mindre än målet på 20 mBar. Dessutom verkar det som att antingen modellen för omvandlingen till tryck saknar något, eller att mätningarna inte är tillräckligt noggranna. Denna misstanke kommer från att det verkar finnas ett mönster i hur stort felet är på ett givet ställe (det är autokorrelerat).

TACK

Tack till handledarna Kalle Åström och Hans Bengtsson. Vill också tacka alla på Triomed AB för deras hjälp och för att de tillhandahållit allt materiel.

REFERENSER

- [1] S.Parmar, I.Khodasevych, O.Troynikov, *Evaluation of Flexible Force Sensors for Pressure Monitoring in Treatment of Chronic Venous Disorders*, Sensors, 17 (8), 2017.
- [2] Mathworks, *train, Train neural network*, <https://se.mathworks.com/help/nnet/ref/train.html>