

University of Groningen

Practice-inspired contributions to inventory theory

Prak, Derk Rutger Jordi

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2019

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Prak, D. R. J. (2019). *Practice-inspired contributions to inventory theory*. [Thesis fully internal (DIV), University of Groningen]. University of Groningen, SOM research school.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting

Praktijkgedreven bijdragen aan voorraadtheorie

Het onderzoeksveld voorraadbeheer heeft duidelijk een praktische focus. De bestudeerde modellen en afgeleide beslissingen zijn bedoeld om echte voorraden van echte bedrijven te beheren. Toch is de praktijk anders dan de voorraadliteratuur, wat het discutabel maakt of de modellen en procedures werkelijk toepasbaar zijn in de scenario's waarin ze door managers en softwaremakers gebruikt worden. Dit proefschrift levert verschillende bijdragen met betrekking tot dit overkoepelende thema. De hoofdbijdrage richt zich op de in de praktijk onmogelijke aanname dat een manager volledige kennis heeft van de kansverdeling - inclusief parameters - van de toekomstige vraag en de ontbrekende link met de vraagvoorspelliteratuur op dit onderwerp. Bovendien bestuderen we de optie om bevoorradingsmogelijkheden los te koppelen van voorraadinspecties. Tenslotte maken we het bekende Repair Kit Problem realistischer door vaste bestelkosten en positieve levertijden aan het model toe te voegen.

Veiligheidsvoorraden zijn bedoeld om te beschermen tegen de onzekerheid van de toekomstige vraag. Het correct modelleren van die vraag speelt een sleutelrol bij het maken van juiste voorraadbeslissingen. Echter, bijna alle voorraadmodellen uit de literatuur beginnen met de aanname dat de vraagverdeling en alle parameters bekend zijn. In de praktijk heeft men slechts een aantal vraagobservaties waarop een kansverdeling moet worden aangemeten en parameters geschat. We constateren dat veiligheidsvoorraden veel te laag worden ingesteld als dergelijke schattingen voor echte parameters worden aangezien, omdat hierdoor een deel van de onzekerheid rondom de toekomstige vraag wordt genegeerd. Bovendien laten we zien dat toekomstige voorspelfouten gecorreleerd zijn, wat gewoonlijk wordt genegeerd en tot

nog grotere voorraadtekorten. We presenteren voor normaal verdeelde vraag met onbekend gemiddelde en onbekende standaarddeviatie een eenvoudige vergelijking in gesloten vorm, waarmee het juiste bestelniveau kan worden bepaald om een gegeven cycle service level te behalen. Daarna stellen we een generiek raamwerk voor om de onzekerheid mee te nemen voor elke parameterschatter, elk vraagmodel en elk voorraadmodel dat als kostenminimalisatieprobleem kan worden geformuleerd. De exacte variant benodigt een vraagmodel en schatter-specifieke afleiding van de meefoutverdeling, maar de eenvoudiger toepasbare, benaderende variant presteert bijna evengoed voor steekproefgroottes van tenminste 10 vraagwaarnemingen. Met name wanneer meerdere parameters - zoals een trend en een constante van een lineaire regressie - geschat moeten worden, kunnen met het voorgestelde raamwerk grote kostenbesparingen worden behaald.

Veel bedrijven slaan hun vraagdata periodiek (bijvoorbeeld wekelijks) op, terwijl ze hun voorraden continu beheren. Zodra een binnenkomende vraag het voorraadniveau op of onder een bepaald bestelniveau brengt, geeft de software onmiddellijk een bestelsignaal af. De vraagvoorspelliteratuur focust op het voorspellen van de toekomstige vraag per periode, gebaseerd op historische observaties van de vraag per periode. Zulke voorspellingen helpen echter niet om vraagverdelingen aan te meten op het niveau van de individuele klant. We demonstreren dit voor de compound Poisson klasse van vraagverdelingen, die met name populair is voor sporadische vraagpatronen. Zelfs periodieke voorspelmethode die speciaal gemaakt zijn om het aantal perioden tussen twee perioden met positieve vraag en de vraag grootte per periode apart te voorspellen, zijn niet geschikt om de aankomstintensiteit en gemiddelde vraag grootte op klantniveau te schatten. Onze bevinding is dat als deze voorspellers daarvoor wel gebruikt worden, dit leidt tot veel te hoge fill rates en dientengevolge te hoge kosten. Echter, de standaard momentschatter, die wel consistente parameterschattingen vanuit periodieke data oplevert, heeft nog steeds een grote onzuiverheid in kleine steekproeven. Dit leidt tot te lage fill rates voor traagbewegende vraagpatronen en te hoge fill rates voor gemiddeld tot snelbewegende vraagpatronen. We stellen een nieuwe schatter voor die het sporadische karakter van de vraag expliciet gebruikt en laten zien dat deze een veel kleinere afwijking heeft dan de standaard momentschatter, wat uiteindelijk leidt tot het nauwkeuriger behalen van de beoogde fill rate.

We verlaten het raakvlak tussen vraagvoorspelling en voorraadbeheer en bestuderen vraagmodellen met periodieke updates van het voorraadniveau. Deze vraagmodellen zijn bijvoorbeeld relevant als er sprake kan zijn van diefstal, verlies of verkeerde plaatsing van artikelen, of simpelweg door periodieke tellingen. Echter, een erg beperkende aanname van deze modellen is dat bestellingen alleen maar kunnen worden geplaatst en ontvangen op die momenten waarop ook het voorraadniveau wordt geüpdatet. In de praktijk kunnen bestellingen altijd worden geplaatst wanneer dit volgens het voorraadregime nodig is en komen dan aan na een eventuele levertijd. We bestuderen een model waarbij exact dit mogelijk is; voorraadupdates worden slechts gemaakt in vooraf aangewezen intervallen en tussen deze updates is slechts de kansverdeling van de vraag bekend. We laten zien dat het typische orderverloop zo is dat eerst het voorraadoverschot uit de vorige periode wordt opgemaakt, dan een nieuwe veiligheidsvoorraad wordt opgebouwd om tegen de toenemende onzekerheid te beschermen en tenslotte deze opbouw wordt gestaakt om de nieuwe voorraadupdate af te wachten. Na deze update is er dan gewoonlijk weer een voorraadoverschot, waarna het proces zich herhaalt. Een interessante observatie is dat dit bestelbeleid - anders dan het standaardbeleid onder periodieke voorraadupdates - aanbeveelt om juist niet te bestellen op of rondom een voorraadupdate. Bovendien kunnen door de veel meer gestroomlijnde voorraadopbouw significante kostenbesparingen worden bewerkstelligd in vergelijking met de standaard.

Het Repair Kit Problem richt zich op het vinden van de optimale samenstelling van de set van reserveonderdelen die een servicemonteur mee moet nemen op een rit. Deze rit heeft een onbekend aantal taken die elk een onbekend aantal van verschillende onderdelen benodigen. We introduceren vaste bestelkosten en positieve levertijden in dit model, overeenkomend met het feit dat sommige onderdelen niet direct na een rit aangevuld kunnen worden en bijvoorbeeld uit een centraal magazijn moeten worden geleverd of moeten worden nabesteld. Het toevoegen van deze praktische beperking - gemotiveerd met een praktijkstudie - verandert het model en de bijbehorende afleiding van het bestelpatroon fundamenteel. We geven een exacte berekening van de Job Fill Rate, die het langetermijn-gemiddelde deel van de taken in een rit meet die direct voltooid kunnen worden. Daarnaast geven we een heuristische methode die het bestelniveau van een bestelpatroon met vaste bestelgrootte

optimaliseert. Terwijl andere onderzoekers voorstelden om de prijs van en gemiddelde vraag naar een onderdeel af te wegen om een goede samenstelling te vinden, stellen wij in dit scenario voor om de toename in investeringskosten tegen die in Job Fill Rate af te wegen. We laten daarnaast zien dat de economische ordergrootte (EOQ) een goede oplossing voor de bestelgrootte is. Nadat we de kwaliteit van onze heuristiek op kleine testinstanties hebben vastgesteld, passen we de heuristiek toe op het bedrijf van onze praktijkstudie. We vinden dat sommige monteurs een afnemende marginale fill rate toename t.o.v. kostentoe name hebben, terwijl anderen een marginale fill rate toename hebben die eerst toeneemt en dan weer afneemt. Dit geeft aan dat er een 'kritieke massa' is van onderdelen die voor veel taken nodig zijn.