



Doctoral Thesis

Robust calibration in yield curve modelling

Author(s):

Stefanovits, David

Publication Date:

2016

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-010710968> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH NO. 23363

ROBUST CALIBRATION IN YIELD CURVE MODELLING

A thesis submitted to attain the degree of
DOCTOR OF SCIENCES of ETH ZURICH
(Dr. sc. ETH Zurich)

presented by

DAVID STEFANOVITS

MSc ETH in Applied Mathematics
born on 1. January 1986
citizen of Lugano (TI), Switzerland

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. Mario V. Wüthrich, examiner
Prof. Dr. Josef Teichmann, co-examiner
Prof. Dr. Damir Filipović, co-examiner

2016

Abstract

Robust approaches to yield curve modelling are important for banks, asset managers and insurance companies. This thesis deals with several conceptual and practical difficulties associated with yield curve modelling.

A first issue is that models need to be recalibrated over time as new market information becomes available. Widely used and tractable affine models with static parameters cannot be recalibrated consistently, since new market yield curves may (and will) lie outside the set of possible realisations of the model. We show that one way to handle inconsistencies in the recalibration procedure is to allow for stochastic parameter changes (without necessarily sacrificing analytic tractability). Consistent recalibration models, as introduced in this thesis, turn static parameters of affine models into state variables such that the analytical tractability is maintained. We show that these provide flexible models which can be recalibrated consistently to new market information and yield curves.

Second, solvency directives in insurance rely on market consistent valuation, which means that liabilities must be valued by means of replication with liquid financial instruments. This is challenging because the value of long-term cash flows depends on yields beyond the maturities available in the liquid bond market. Hence, standard models, which assume unlimited availability of maturity dates, do not provide an appropriate framework for real-world solvency assessments. A yield curve model with limited availability of maturity dates is discussed in this thesis. Based on the model we develop a computational methodology to value and hedge long-term cash flows trading in short- and medium-term bonds which also includes reinvestment risks.

Third, empirical evidence suggests that short-term interest rates, which exhibit long-range dependence, may not be captured well by low-dimensional affine models. Accordingly, models driven by fractional processes have gained popularity. The non-Markovianity of these processes gives, however, rise to difficulties in computation and calibration. We introduce a class of fractional processes which can be represented as linear functionals of an infinite-dimensional affine process. The affine structure allows one to construct tractable models with fractional features.

Sintesi

Approcci robusti alla modellizzazione della curva dei rendimenti sono importanti per banche, gestori patrimoniali e società assicurative. Questa tesi tratta diverse problematiche concettuali e pratiche associate ai modelli della curva dei rendimenti.

La prima questione riguarda la necessità di ricalibrare i modelli nel tempo a seguito della disponibilità di nuove informazioni sul mercato. I modelli affini con parametri statici, che sono trattabili analiticamente e vengono largamente utilizzati, non permettono una ricalibrazione consistente. Le curve dei rendimenti costruite sulla base delle nuove informazioni sul mercato possono infatti trovarsi (ed in generale si trovano) al di fuori dell'insieme delle possibili realizzazioni del modello. Dimostriamo che una soluzione all'inconsistenza nella procedura di ricalibrazione consiste nella sostituzione dei parametri con processi stocastici (senza necessariamente sacrificare la trattabilità analitica). I modelli presentati in questa tesi trasformano i parametri statici dei modelli affini in variabili di stato mantenendo la trattabilità analitica. Illustriamo la flessibilità di questi modelli che consentono una ricalibrazione consistente con le curve dei rendimenti costruite sulla base delle nuove informazioni disponibili sul mercato.

La seconda questione riguarda la necessità di modelli per la curve dei rendimenti con una limitata disponibilità di scadenze. Le direttive di solvibilità per le società assicurative si basano sul principio della valutazione consistente con il mercato. Ciò in particolare significa che gli obblighi contrattuali devono essere valutati mediante la replicazione degli stessi con strumenti finanziari liquidi. Questo è complicato dato che il valore dei flussi di cassa a lungo termine dipende da rendimenti con scadenze non disponibili sul mercato obbligazionario liquido. Per questo motivo modelli convenzionali, che assumono la disponibilità illimitata di scadenze, non forniscono un quadro teorico appropriato per delle valutazioni di solvibilità adatte al mondo reale. Dopo aver proposto un modello adeguato a queste circostanze, sviluppiamo una metodologia computazionale per valutare e replicare flussi di cassa a lungo termine, effettuando contrattazioni sui mercati obbligazionari a corta e media scadenza, ciò comprende rischi dovuti ai reinvestimenti.

Infine, studi empirici suggeriscono che i tassi di interesse a corta scadenza che presentano dipendenza di lungo termine, possono non essere modellati adeguatamente da modelli affini di dimensione bassa. Di conseguenza, i modelli guidati da processi frazionari hanno acquisito popolarità. Tuttavia l'assenza della proprietà di Markov per questi processi dà luogo a difficoltà per quanto riguarda i calcoli e la calibrazione. Nella tesi introduciamo una classe di processi frazionari che possono essere rappresentati come funzionali lineari di un processo affine di dimensione infinita. La struttura affine permette di costruire modelli trattabili analiticamente e con proprietà frazionarie.