

Exkurs: Methodologie der OpenMetrics-Risiko-Signale

BCP-Methode als Schlüssel der Signalkonstruktion

Die Bayesian-Change-Point-(BCP-) Methode kombiniert Bayes'sche Inferenz mit dem Product Partitioning Model (PPM). Die Methode geht davon aus, dass die einem Datensatz zugrunde liegende Dynamik plötzliche Änderungen erfahren kann.

Der Datensatz kann in verschiedene Blöcke aufgeteilt werden, die durch die Änderungspunkte getrennt sind. Jede Aufteilung entspricht einer Partition. Jeder Block innerhalb einer Partition kann durch eine gemeinsame multivariate Wahrscheinlichkeitsverteilung beschrieben werden, die durch eine mathematische Funktion und ihre Parameter definiert ist (z.B. der Mittelwert und die Varianz einer Normalverteilung). Für jeden Block können die Parameter durch Bayes'sche Inferenz gefunden werden.

Zwei Konstruktionsprinzipien

Die Partitionen selbst folgen ebenfalls einer Wahrscheinlichkeitsverteilung. Durch Bayes'sche Inferenz kann nun wiederum jeder Beobachtung innerhalb des Datensatzes eine Änderungspunktwahrscheinlichkeit zugeordnet werden. Wenn eine neue Beobachtung nicht mit derselben Dynamik er-

klärt werden kann wie die bisherigen Beobachtungen, ist die Änderungspunktwahrscheinlichkeit hoch und ansonsten niedrig. Wenn die Änderungspunktwahrscheinlichkeiten für neue Abtastwerte hoch sind, wird sich die Schätzung der Parameter auf diese neuen Abtastwerte konzentrieren.

Die Veränderungspunktwahrscheinlichkeiten als Maß dafür, ob sich die Dynamik zu einer bestimmten Zeit ändern wird, und die auf diesen Wahrscheinlichkeiten basierende Schätzung der Parameter sind die Bestandteile für den Risikoindikator (Stabilitätsindikator).

Fernandez und Setz wollen ein Modell, das auf einer realistischen Annahme des realen Marktverhaltens beruht (erstes Konstruktionsprinzip) und nicht zu sehr von Parametern von außen beeinflusst werden kann (zweites Konstruktionsprinzip). Der einzige Einfluss, der von außen auf das Modell genommen wird, ist methodisch (siehe Unterpunkt „Design“).

Fünf Hauptvorteile von BCP gegenüber anderen allgemeinen Ansätzen

- **Realistische Dynamik:** Die Grundlage für Finanzmathematik ist normalerweise die

Annahme, dass Finanzmarktrenditen einer gemeinsamen universellen Dynamik folgen. In Wirklichkeit ist dies fast nie der Fall. Die BCP-Methode kennt zwei Extreme. Das erste Extrem besagt, dass alle Renditen tatsächlich einer gemeinsamen universellen Dynamik folgen. Dann wird dies von der BCP-Methode erkannt. Das zweite Extrem ist, dass jede Beobachtung eine ganz eigene Dynamik hat. Die Realität liegt normalerweise irgendwo dazwischen. Die BCP-Methode sagt, wo.

- **Adaptionsgeschwindigkeit:** Die BCP-Methode erkennt, ob neue Beobachtungen zu einer neuen Dynamik gehören. Daher können Veränderungen innerhalb des Trends und der Volatilität einer Finanzzeitreihe sofort erkannt werden. Die Verzögerung, die mit einem gleitenden Fenster verbunden ist, wird entschärft. Wenn alte Beobachtungen innerhalb des Fensters zu einer anderen Dynamik gehören als die neuen Beobachtungen, dann werden diese alten Beobachtungen weniger berücksichtigt, um den jüngsten Trend und die jüngste Volatilität zu schätzen.
- **Weniger Parameter:** Die Bayes'sche Methode gibt die Möglichkeit, a priori Annah-

men in die Analyse einzubringen. Wenn starke Annahmen gemacht werden, dann werden sie die Ergebnisse dominieren. Wenn sie schwach sind, werden die Daten die Ergebnisse dominieren. Der Ansatz folgt der Philosophie, keine externen Annahmen/Überzeugungen in das Modell einzubringen, sondern das Modell auf der Grundlage der Daten selbst schwache Annahmen machen zu lassen (maschinelles Lernen). Dies steht im Gegensatz zu anderen Modellen, die stark auf global festgelegten und großen Parametersätzen beruhen, die die Ergebnisse stark beeinflussen.

- **Design:** Warum sollte eine Strategie, die in der Vergangenheit funktioniert hat, in Zukunft funktionieren? Es gibt zwei Prinzipien, denen man folgen muss. (1) Das mathematische Modell sollte realistisch sein. Zum Beispiel, dass Finanzmarktrenditen innerhalb einer gemeinsamen universellen Dynamik erklärt werden können bis hin zu dem Fall, dass jede Rendite durch ihre eigene Dynamik generiert wird. (2) Ein Modell sollte nicht durch

Parameter dominiert werden, die vom Designer eingeführt werden. Wann immer Parameter benötigt werden, lassen Fernandez und Setz das Modell möglichst selbst entscheiden, welche Werte verwendet werden sollen.

- **Benutzerfreundlichkeit:** Es ist nicht immer einfach, die Größe eines Parameters im Kontext richtig zu beurteilen. Ist etwa eine mittlere Rendite von drei Prozent nun groß oder klein? Daher liefert OpenMetrics Solutions konkrete Risiko-(Stabilitäts-)Signale im Bereich von 0 bis 1, wobei ein Signal unter 0,5 zunehmend negative Renditen und ein Signal über 0,5 zunehmend positive Renditen anzeigt.

Signalerzeugung

Der BCP-Indikator wird aus der jüngsten Schätzung der Stabilität (BCP-Wahrscheinlichkeit), dem Trend (BCP-Mittelwert) und der Volatilität (BCP-Varianz) berechnet. Eine Sigmoid-Funktion, die unter anderem auch für neuronale Netze verwendet wird, transformiert den Indikator in ein Risiko-Signal zwischen 0 und 1.

Qualität der BCP-Analyse

Während viele traditionelle Methoden auf Strukturbrüche, also Änderungen der zugrunde liegenden Dynamik von Zeitreihen, nicht direkt reagieren (z. B. technische Analyse), unterscheidet die BCP-Analyse sicher zwischen unterschiedlichen Dynamiken.

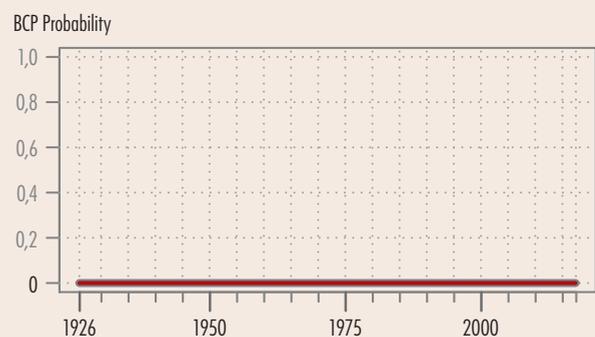
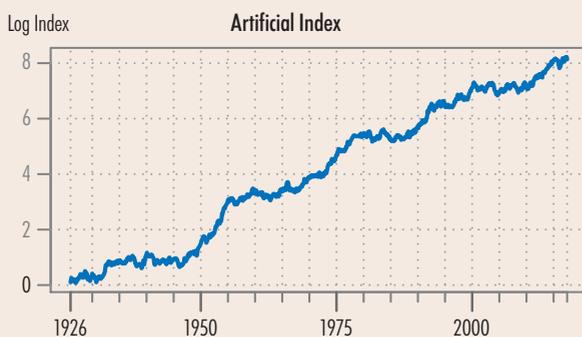
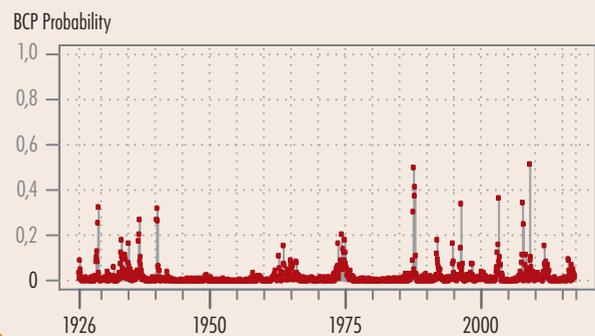
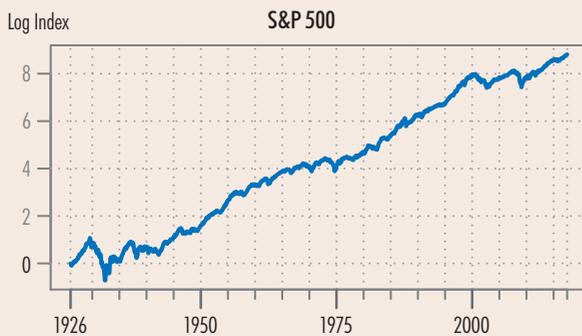
In der vierteiligen Grafik „*Unterschiedliche Dynamiken*“ hat man den S&P 500 Index seit 1925 und einen synthetischen Index mit dem gleichen Trend und der gleichen Varianz mittels der BCP-Methode analysiert. Das Ergebnis zeigt, dass die zugrunde liegende Dynamik des S&P 500 sehr deutliche Strukturbruchwahrscheinlichkeiten aufzeigt. Im Gegensatz dazu sind die Strukturbruchwahrscheinlichkeiten des synthetischen Index gleich null.

Intuitiv lässt sich das dadurch erklären, dass der Prozess für die Generierung der synthetischen Renditen der interne Zufallsgenerator – und somit ein konstanter Prozess – ist, während Finanzmarktrenditen keine konstante Dynamik zu besitzen scheinen.

DR. KURT BECKER 

Unterschiedliche Dynamiken

S&P 500 Index und synthetischer Index, nach der BCP-Methode analysiert



Beide Indizes weisen den gleichen Trend und die gleiche Varianz auf. Die Analyse nach der BCP-Methode (rechts) ergibt, dass die zugrunde liegende Dynamik des S&P 500 sehr deutliche Strukturbruchwahrscheinlichkeiten aufzeigt, während die Strukturbruchwahrscheinlichkeiten des synthetischen Index fast null sind.

Quelle: OpenMetrics Solutions