

مقایسه‌ای بین روش‌های محلی، سراسری و ترکیبی و ارائه یک روش جدید برای آموزش بهینه مدل پنهان مارکف

محمد رضا میبدی

استاد

جیانشاه کبودیان

دانشجوی دکترا

محمد مهدی همایون پور

استادیار

دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده

یکی از ابزارهای بسیار قدرتمند در پردازش فرآیندهای اتفاقی و دنباله‌های تصادفی مدل پنهان مارکف یا HMM¹ می‌باشد. مشهورترین روش آموزش مدل پنهان مارکف روش بام - ولش² BW است که یک روش آموزش (جستجوی) محلی³ بوده و در دام بینه‌های محلی گرفتار می‌آید. در این تحقیق از روش‌های جستجوی سراسری مبتنی بر سرد کردن فلزات (SA⁴) و روش مبتنی بر اتوماتون یادگیر تقویتی با مقدار عمل پیوسته (CARLA⁵) استفاده کردیم. آزمایشها نشان می‌دهند که روش‌های پیش‌رفته مبتنی بر SA از روش CARLA⁶ بهتر هستند، البته روش CARLA نسبت به نسخه استاندارد SA یعنی BA⁷ بهتر عمل می‌کند. همچنین یک روش SA حافظه دار و کاملاً جدید بنام MiGSA⁸ نیز از آن داده‌ایم که دارای راندمان بالاتری نسبت به نسخه‌های استاندارد و پیش‌رفته از SA های بدون حافظه است. آزمایشها نشان داد که کارآبی متوسط الگوریتم BW بیش از کارآبی متوسط روش‌های سراسری در تعداد تکرارهای نه خیلی زیاد (۱۰۰۰۰ تکرار) است و این به دلیل قدرت بالای روش BW در تنظیم دقیق پارامترها، سرعت آن و پایه ریاضی مستحکم آن می‌باشد. برای رسیدن به بهینه سراسری در تعداد تکرارهای نه خیلی زیاد از یک روش ترکیبی⁸ استفاده کردیم که هم از روش جستجوی سراسری مبتنی بر SA و هم از روش جستجوی محلی BW بهره می‌گیرد و دارای کارآبی بالاتری نسبت به روش‌های سراسری و روش BW به تنهایی می‌باشد. با استفاده از روش ترکیبی فوق الذکر - توانسته‌ایم به آموزش بهینه مدل پنهان مارکف بسیار نزدیک شویم.

کلمات کلیدی

مدل پنهان مارکف، روش بام - ولش، جستجوی محلی، جستجوی سراسری، جستجوی ترکیبی، سرد کردن فلزات، اتوماتون یادگیر تقویتی با مقدار عمل پیوسته.

A Comparison of Local, Global and Hybrid Search Techniques and Presenting A New Method for Optimal Training of Hidden Markov Models

J. Kabudian
PhD Student

M.R. Meybodi
Professor

M. M. Homayounpour
Assistant Professor

Department of Computer Engineering and Information Technology,
AmirKabir University of Technology

Abstract

One of the most powerful tools for modeling stochastic processes and sequences is Hidden Markov Model (HMM). The most popular method for training HMMs is Baum-Welch (BW) Re-Estimation which is a local search method and suffers from local minima problem. In this paper, we propose methods based on Continuous Action Reinforcement Learning Automata (CARLA) and Simulated Annealing (SA) based optimization techniques for training Hidden Markov Model. Experimental results show that methods based on fast versions of SA, outperform CARLA-based methods, but CARLA-based methods have higher performance compared to methods based on standard and slow version of SA (i.e. Boltzmann Annealing). Also, we have proposed a new SA-based global search technique with memory called MIGSA (Mixture Generating function SA) which outperforms memoryless standard and fast versions of SA. Experiments show that in a moderate number of iterations (e.g. 10,000), average performance of BW method is higher than that of global search-based methods. This is due to the strength of BW method in fine tuning of parameters, its speed and its tight mathematical basis. For attaining global optimum of training in a moderate number of iterations, we also propose a hybrid technique which benefits from both SA-based global search and BW-based local search. This hybrid technique has a higher performance compared to both SA-based global search and BW-based local search. Using this hybrid technique, we have attained global optimum of HMM training problem.

Keywords

Hidden Markov Model, Baum-Welch Method, Local Search, Global Search, Hybrid Search, Simulated Annealing, Continuous Action Reinforcement Learning Automata.

مقدمه

مدل پنهان مارکف یکی از ابزارهای بسیار قوی در پردازش فرآیندهای اتفاقی و دنباله‌های تصادفی است. مشهورترین و پرکاربردترین روش آموزش مدل پنهان مارکف روش بام - ولش است که در واقع یک روش جستجوی محلی است و مانند روش‌های دیگر جستجوی محلی در دام بهینه‌های محلی گرفتار می‌آید. برای رفع این ایراد، از روش‌های جستجو و بهینه‌سازی سراسری برای آموزش بهینه مدل مارکف استفاده شده است که می‌تواند به راحتی از بهینه‌های محلی بگریزند، ولی این روشها در تنظیم دقیق پارامترهای مدل مارکف و داشتن دقت بسیار بالا، ضعیف هستند و گند می‌باشند. به همین دلیل روش‌های ترکیبی برای جستجوی سراسری پیشنهاد شده‌اند که هم از قابلیت روش‌های سراسری و هم از قابلیت روش‌های محلی توأم استفاده می‌کنند. هدف از این کار تحقیقی، مقایسه روش‌های محلی، روش‌های سراسری و روش‌های ترکیبی برای آموزش مدل پنهان مارکف می‌باشد.

در بخش‌های بعدی به معرفی مدل پنهان مارکف پیوسته و روش مشهور BW برای آموزش آن خواهیم پرداخت. پس از آن روش‌های جستجوی سراسری مبتنی بر SA و اتوماتون یادگیر را به تشریح معرفی خواهیم کرد و سپس روش جستجوی ترکیبی را توضیح خواهیم داد. در پایان هم به ارائه نتایج آزمایش‌های انجام شده می‌پردازیم.

۱- مدل پنهان مارکف (HMM)

یکی از ابزارهای بسیار قدرتمند در مدل کردن فرآیندهای اتفاقی و دنباله‌های تصادفی، مدل پنهان مارکف می‌باشد. مدل پنهان مارکف، خود دارای دو نوع پیوسته و گستته است که نوع گستته آن در حال حاضر برای مشاهدات پیوسته به ندرت استفاده می‌گردد. نمای یک مدل پنهان مارکف با ۳ حالت در شکل (۱) نشان داده شده است [۱].