

الگوریتم سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر کاوا: پرچسپ‌های شبه‌دائمی به‌جای پرچسپ‌های دائمی

مؤلفان:

لیا جنوری و مریم قره‌قوشلو

زمستان ۱۳۹۴

مرشنامه	: جعفری، لیلا، ۱۳۶۶ -
عنوان و نام پدیدآور	: الگوریتم سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر کارا: برچسب‌های شبه دائمی به جای برچسب‌های دائمی / لیلا جعفری، مریم قره قوشلو.
مشخصات نشر	: زنجان : قلم مهر، ۱۳۹۴.
مشخصات ظاهری	: ج. ۹۰ ص.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۷۴۷۴-۷۷-۸ : ۹۰۰۰۰ ریال
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: واژه‌نامه.
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۶۹.
موضوع	: سیمپلکس (ریاضیات)
موضوع	: الگوریتم‌ها
شناسه افزوده	: قره قوشلو مریم ۱۳۶۴ -
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۴ ج ۱۷ الف ۷ / QA۳۲۲
رده بندی دیویی	: ۵۱۵/۷۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۱۷۱



انتشارات قلم مهر

www.tabasom.org

عنوان کتاب: الگوریتم سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر کارا:

برچسب‌های شبه دائمی به جای برچسب‌های دائمی

مؤلفین: لیلا جعفری - مریم قره قوشلو

ناشر: انتشارات قلم مهر

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۴۷۴-۷۷-۸

نوبت چاپ: اول / زمستان ۱۳۹۴

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

چاپ و صحافی: پیشگام

شماره تماس نشر: ۳۳۳۲۹۳۱۷ - ۰۲۴

قیمت: ۹۰۰۰ تومان

هدف در مسأله کوتاه‌ترین مسیر^۱ در یک شبکه جهت‌دار با طول‌های دلخواه، یافتن مسیرهای جهت‌دار با کم‌ترین طول از گره مبدأ^۲ به سایر گره‌ها یا دست یافتن به یک دور جهت‌دار با طول منفی می‌باشد. این مسأله در طول پنجاه سال به‌طور گسترده مطالعه شده است. در مرجع [۱]، در میان سایر مراجع، تفاسیر و الگوریتم‌های زیادی برای حل مسأله کوتاه‌ترین مسیر و کاربردهای عملی این مسأله یافت می‌شود.

بر مبنای ساختار داده‌ای، پیاده‌سازی الگوریتم تصحیح برجسب بلمان-فورد-مور^۳ [۴، ۹، ۱۴] برای حل مسأله کوتاه‌ترین مسیر روی شبکه‌ای با n گره و m یال به بهترین چندجمله‌ای قوی با زمان اجرایی $O(nm)$ می‌رسد. چنین روش تخصصی مختلف سیمپلکس وجود دارد که به‌عنوان الگوریتم سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر^۴ برای حل مسأله کوتاه‌ترین مسیر شناخته می‌شوند: [۲، ۶، ۷، ۱۱، ۱۳، ۱۵] را ببینید. در بین این مراجع مقاله گلدفارب^۵ و جین^۶ [۱۰] شایسته توجه ویژه است. گلدفارب و جین [۱۰]، یک قاعده محورگیری سیمپلکس شبکه ارائه کردند که حداکثر $(n-1)(n-2)/2$ محورگیری انجام می‌دهد و در زمان $O(nm)$ اجرا می‌شود.

در این نوشتار قاعده محورگیری سیمپلکس شبکه ارائه شده در [۱۶] که برای توسعه زمان $O(nm)$ الگوریتم سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر می‌باشد، بررسی می‌شود. به‌دلیل سادگی، ایده‌ها برای مسأله کوتاه‌ترین مسیر در الگوریتم سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر، امکان وارد کردن هم‌زمان چندین یال غیرپایه‌ای به پایه وجود دارد. این عملیات محورگیری چندگانه^۷ نامیده می‌شود. هم‌چنین قاعده محورگیری از مفهوم گره به‌طور شبه دائمی برجسب دهی شده^۸ استفاده می‌کند. که شبیه به گره به‌طور دائمی برجسب دهی

^۱ Shortest path

^۲ Source

^۳ Bellman-Ford-Moore

^۴ Shortest path simplex

^۵ Goldfarb

^۶ Jin

^۷ Multiple pivot

^۸ Pseudo permanently labeled node

شده^۹ می‌باشد. در هر مرحله الگوریتم سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر ارائه شده در [۱۶] مجموعه‌ای از گره‌هایی که به‌طور شبه دائمی برچسب دهی نشده‌اند، امتحان می‌شوند و آن‌گاه یک محورگیری چندگانه اجرا می‌شود. در این هنگام تعداد گره‌های به‌طور شبه دائمی برچسب دهی شده و به‌طور دائمی برچسب دهی شده افزایش می‌یابد. الگوریتم‌هایی که در مقاله‌های قبلی معرفی شده‌اند در هر مرحله یک گرهی به‌طور دائمی برچسب دهی شده اضافه ایجاد می‌کنند. اثبات این مطلب نشان می‌دهد که الگوریتم در هر گذر تمام یال‌ها را اسکن می‌کند [۱۰].

قاعده برگزینی پیشنهاد شده در مقاله [۱۶] متفاوت از قواعد پیشنهاد شده قبلی است. زیرا تنها به اسکن ریز مجموعه‌ای از یال‌های شبکه نیاز است. هم‌چنین این قاعده محورگیری نکینکی برای کشف دور منفی می‌شد. در نهایت از این قاعده محورگیری می‌توان برای طراحی یک الگوریتم تصحیح برچسب که در زمان $O(mn)$ اجرا شود، استفاده کرد.

در جدول ۱ [۱۶] محاسبات عددی با استفاده از مولد اسپرند^{۱۱} بیان شده در [۵] نشان داده می‌شود. الگوریتم سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر با استفاده از قاعده ارائه شده در [۱۶] نسبت به الگوریتم گلدفارب و جین [۱۰] برای شبکه‌های تنک^{۱۲} محورگیری بسیار سریع‌تر انجام می‌دهد. هر چند که تعداد محورگیری‌های الگوریتم سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر گلدفارب و جین [۱۰] برای شبکه‌های متراکم^{۱۳} کمتر از تعداد محورگیری‌ها در الگوریتم [۱۶] می‌باشد. نمونه‌های حل شده مولد اسپرند برای دو الگوریتم به‌عنوان آزمایش در [۵] هستند.

ساختار این کتاب به‌صورت زیر است. در فصل ۱ تعاریف و مفاهیم سدمانی که در ادامه کار به آن‌ها نیاز خواهیم داشت مانند: تعاریف مربوط به شبکه و معرفی مسائل جریان در شبکه و پیچیدگی زمانی و الگوریتم جستجو بیان می‌شود. در فصل ۲ فرمول برنامه‌ریزی خطی برای مسأله کوتاه‌ترین مسیر را بیان و الگوریتم‌های دیکسترا و تصحیح برچسب کلی را معرفی می‌کنیم. در فصل ۳، مسأله جریان با کم‌ترین هزینه و دوگان مسأله را که اساسی برای الگوریتم سیمپلکس شبکه است تعریف می‌کنیم و سپس الگوریتم سیمپلکس شبکه را شرح می‌دهیم و اجرای این الگوریتم را برای مسأله کوتاه‌ترین

^۹ Permanently labeled node

^{۱۰} SPRAND generator

^{۱۱} Sparse networks

^{۱۲} Dense networks

مسیر بررسی می‌کنیم و در نهایت در فصل ۴ ابتدا حالت کلی الگوریتم سیمپلکس شبکه را برای مسأله کوتاه‌ترین مسیر توصیف می‌کنیم و سپس فاعده محورگیری سیمپلکس ارائه شده در [۱۶] را که برای الگوریتم سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر $O(n)$ محورگیری انجام می‌دهد و در زمان $O(nm)$ اجرا می‌شود، بیان می‌کنیم و نتایج عددی بیان شده در [۱۶] را برای مقایسه دو الگوریتم NPPLN و G&J در نظر می‌گیریم.

لیلا جعفری و مریم قره‌فوشلو

زمستان ۱۳۹۴

فهرست مطالب

پ

پیشگفتار

ج

فهرست مطالب

۱

۱ تعاریف و نمادهای اساسی

۱

۱.۱ تعاریف اولیه

۵

۲.۱ برنامه‌ریزی خطی

۶

۱.۲.۱ مسأله دوگان

۷

۳.۱ جریان در شبکه

۷

۱.۳.۱ مسأله جریان در شبکه با کم‌ترین هزینه

۱۰

۲.۳.۱ مسأله کوتاه‌ترین مسیر

۱۲

۴.۱ پیچیدگی محاسباتی

۱۳

۵.۱ الگوریتم جستجو

۱۶

۱.۵.۱ جستجوی سطح-اول

۱۶

۲.۵.۱ جستجوی عمق-اول

۱۹

۲ مسأله کوتاه‌ترین مسیر

۱۹

۱.۲ فرمول‌بندی مسأله کوتاه‌ترین مسیر

۲۰

۲.۲ الگوریتم‌های تنظیم برجسب و تصحیح برجسب

۳.۲	درخت کوتاه‌ترین مسیر	۲۱
۴.۲	مسئله کوتاه‌ترین مسیر در شبکه‌های بدون دور	۲۲
۵.۲	الگوریتم دیکسترا	۲۴
۱.۵.۲	درستی الگوریتم دیکسترا	۲۵
۶.۲	شرایط بهینگی	۲۶
۷.۲	الگوریتم تصحیح برچسب کلی	۲۹
۱.۷	پیاده‌سازی $O(nm)$	۳۲
۸.۲	یافتن دور متنی	۳۴
۳	الگوریتم سیمپلکس شبکه برای مسئله جریان با کم‌ترین هزینه	۳۷
۱.۳	مسئله جریان با کم‌ترین هزینه	۳۷
۲.۳	شرایط بهینگی	۳۸
۱.۲.۳	شرایط بهینگی دور منفی	۳۹
۲.۲.۳	شرایط بهینگی هزینه تقلیل یافته	۳۹
۳.۲.۳	شرایط بهینگی کمبود مکمل	۴۰
۳.۳	دوگان مسئله جریان با کم‌ترین هزینه	۴۱
۴.۳	الگوریتم سیمپلکس شبکه	۴۵
۱.۴.۳	دستیابی به یک ساختار درخت فراگیر آغازین	۴۶
۲.۴.۳	تست بهینگی و یال ورودی	۴۶
۳.۴.۳	یال خروجی	۴۸
۴.۴.۳	بهنگام سازی درخت	۵۰
۵.۴.۳	پایان	۵۱
۵.۳	الگوریتم سیمپلکس شبکه برای مسئله کوتاه‌ترین مسیر	۵۱
۴	الگوریتم سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر کارا	۵۷

۱.۴ الگوریتم سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر ۵۷

۲.۴ قاعده محورگیری سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر و الگوریتم سیمپلکس کوتاه‌ترین مسیر

۶۰ کارا

۳.۴ نتایج عددی ۶۷

۶۹ کتاب‌نامه

۷۱ واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

۷۵ واژه‌نامه انگلیسی به فارسی