



قدم به قدم، همراه دانشجو...

WWW.GhadamYar.Com

جامع ترین و به روز ترین پرتال دانشجویی کشور (پرتال دانش)  
با ارائه خدمات رایگان، تحصیلی، آموزشی، رفاهی، شغلی و...  
برای دانشجویان

- (۱) راهنمای ارتقاء تحصیلی. (کاردانی به کارشناسی، کارشناسی به ارشد و ارشد به دکتری)
- (۲) ارائه سوالات کنکور مقاطع مختلف سالهای گذشته، همراه پاسخ، به صورت رایگان
- (۳) معرفی روش‌های مقاله و پایان‌نامه نویسی و ارائه پکیج‌های آموزشی مربوطه
- (۴) معرفی منابع و کتب مرتبط با کنکورهای تحصیلی (کاردانی تا دکتری)
- (۵) معرفی آموزشگاه‌ها و مراکز مشاوره تحصیلی معتبر
- (۶) ارائه جزوایت و منابع رایگان مرتبط با رشته‌های تحصیلی
- (۷) راهنمای آزمون‌های حقوقی به همراه دفترچه سوالات سالهای گذشته (رایگان)
- (۸) راهنمای آزمون‌های نظام مهندسی به همراه دفترچه سوالات سالهای گذشته (رایگان)
- (۹) آخرین اخبار دانشجویی، در همه مقاطع، از خبرگزاری‌های پربازدید
- (۱۰) معرفی مراکز ورزشی، تفریحی و فروشگاه‌های دارای تخفیف دانشجویی
- (۱۱) معرفی همایش‌ها، کنفرانس‌ها و نمایشگاه‌های ویژه دانشجویی
- (۱۲) ارائه اطلاعات مربوط به بورسیه و تحصیل در خارج و معرفی شرکت‌های معتبر مربوطه
- (۱۳) معرفی مسائل و قوانین مربوط به سرگذری، معافیت تحصیلی و امریه
- (۱۴) ارائه خدمات خاص ویژه دانشجویان خارجی
- (۱۵) معرفی انواع بیمه‌های دانشجویی دارای تخفیف
- (۱۶) صفحه ویژه نقل و انتقالات دانشجویی
- (۱۷) صفحه ویژه ارائه شغل‌های پاره وقت، اخبار استخدامی
- (۱۸) معرفی خوابگاه‌های دانشجویی معتبر
- (۱۹) دانلود رایگان نرم افزار و اپلیکیشن‌های تحصیلی و...
- (۲۰) ارائه راهکارهای کارآفرینی، استارت آپ و...
- (۲۱) معرفی مراکز تایپ، ترجمه، پرینت، صحافی و ... به صورت آنلاین
- (۲۲) راهنمای خرید آنلاین ارزی و معرفی شرکت‌های مطرح ..... (۲۳)



WWW.GhadamYar.Ir

WWW.PortaleDanesh.com

WWW.GhadamYar.Org

۰۹۱۲ ۳۰ ۹۰ ۱۰۸

باما همراه باشید...

۰۹۱۲ ۰۹ ۰۲ ۸۰۱

[www.GhadamYar.com](http://www.GhadamYar.com)

کد کنترل

731

A



731A

صبح چمده  
۹۷/۱۲/۳

دفترچه شماره (۱)



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.  
امام خمینی (ره)»

جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور

## آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌تمدد) - سال ۱۳۹۸

### رشته مهندسی کامپیوتر - هوش مصنوعی - کد (۲۳۵۶)

مدت پاسخ‌گویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سوال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سوالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سوال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: ساختمان داده‌ها و طراحی الگوریتم‌ها - شناسایی الگو - یادگیری ماشین	۴۵	۱	۴۵

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

حل چابه، تکثیر و انتشار سوالات به هر روش (الکترونیکی و...) بس از برگزاری آزمون، برای نهادی انحصاری حلش و حلولی تها با محظوظ این سازمان مجاز نیست و با مخالفین برای مقررات دنیار می‌شود.

۱۳۹۸

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، بهمنزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.  
..... با شماره داوطلبی ..... در جلسه این آزمون شرکت می‌نمایم.

امضا:

-۱ یک ماتریس دو بعدی  $n \times n$  از اعداد داده شده، که اعداد هر سطر و هر ستون آن مرتب شده است. به ازای عدد داده شده  $x$ ، جست و جوی  $x$  در این ماتریس در چه زمانی امکان‌پذیر است؟

$$(1) O(n \log n) \quad (2) O(\log^2 n) \quad (3) O(\log n) \quad (4) O(n)$$

-۲ می‌خواهیم بزرگ‌ترین زیر دنباله مشترک دو دنباله  $a_1, \dots, a_n$  و  $b_1, \dots, b_m$  را محاسبه کنیم. فرض کنید  $(i, j)$  برابر طول بزرگ‌ترین زیر دنباله مشترک  $a_1, \dots, a_j$  و  $b_1, \dots, b_j$  باشد. کدام‌یک از تعاریف بازگشته‌ی زیر درست است؟

$$(a) L(n, m) = \max(L(n-1, m), L(n, m-1), L(n-1, m-1) + 1 \text{ if } a_n = b_m)$$

ب)  $a_n = b_k$  برابر بزرگ‌ترین عددی است که  $L(n, m) = \max(L(n-1, m), L(n-1, k-1) + 1)$  در صورت عدم وجود  $k$  خواهد بود.

$$\text{فرض کنید } L(i, \circ) = L(\circ, i) = -1 \text{ و } L(i, \circ) = L(\circ, i) = 0 \text{ برای هر } i \geq 1.$$

۱) فقط الف ۲) فقط ب ۳) الف و ب ۴) هیچ‌یک از الف و ب

-۳ فرض کنید یک آرایه دو بعدی  $m \times n$  در اختیار داریم که هر ردیف آن مرتب شده است. فرض کنید همه اعداد متمايز هستند. می‌خواهیم  $k$ -امین عدد در آرایه را پیدا کنیم. در چه زمانی این کار امکان‌پذیر است؟

$$(1) O(m \cdot n) \quad (2) O(\log n \log m) \quad (3) O(\log n + \log m) \quad (4) O(m(\log n + \log m))$$

-۴ اگر ظرفیت همه یال‌ها در یک شبکه برابر  $C$  باشد، زمان اجرای الگوریتم فورد – فالکرسون برای محاسبه شار بیشینه از مبدأ  $s$  به مقصد  $t$  در بدترین حالت کدام مورد خواهد بود؟

(فرض کنید تعداد رئوس و یال‌های گراف به ترتیب  $n$  و  $m$  هستند و درجه خروجی  $s$  برابر  $k$  باشد. همچنین فرض کنید در هر مرحله الگوریتم بیشترین شار ممکن را از مسیر انتخاب شده، عبور می‌دهد.)

$$(1) O(kC(m+n)) \quad (2) O(kC+m+n) \quad (3) O(C(m+n)) \quad (4) O(k(m+n))$$

-۵ فرض کنید ۱۳۹۷ نقطه متمايز روی محور اعداد حقیقی داده شده است. می‌خواهیم این ۱۳۹۷ نقطه را طوری رنگ‌آمیزی کنیم که به ازای هر بازه  $[a, b]$  روی محور اعداد حقیقی، از بین نقاطی که در این بازه قرار گرفته‌اند حداقل یک نقطه وجود داشته باشد که رنگ آن با بقیه نقاط داخل بازه متفاوت باشد. حداقل چند رنگ برای این کار نیاز است؟

۱۳۹۷ (۴)

۳۸ (۳)

۱۱ (۲)

۶ (۱)

-۶ فرض کنید یک B-tree با  $n$  برگ که درجه هر گره حداقل  $\log n$  و حداکثر  $1 + \log n$  است. هزینه جستجوی یک عدد در این درخت کدام است؟ (فرض کنید کلیدها داخل هر گره میانی در یک لیست پیوندی یک سویه ذخیره شده‌اند).

(۲)  $O(\log n \log \log n)$

(۱)  $O(\log n)$

(۴)  $O(\log^2 n / \log \log n)$

(۳)  $O(\log n \log^2 \log n)$

-۷ فرض کنید یک گراف وزن‌دار همبند داده شده است که وزن یال‌ها متمایز است. یک یال را امن گوییم اگر در هیچ دوری حضور نداشته باشد و یک یال را خطرناک گوییم اگر سنگین‌ترین یال در یک دور باشد. کدام یک از دو گزاره زیر درست است؟

(الف) هر یال امن عضو درخت پوشای کمینه است.

(ب) هر یال خطرناک عضو درخت پوشای کمینه نیست.

(۴) هیچ‌یک از الف و ب

(۳) الف و ب

(۲) ب

-۸ گراف جهت‌دار  $G$  با  $n$  رأس و  $m$  یال داده شده است. هر رأس  $i$  از گراف ارزشی به اندازه  $V_i$  دارد. بهازی هر رأس  $i$  از گراف، با ارزش ترین رأسی که از رأس  $i$  قابل دسترسی است را  $W_i$  می‌نامیم. می‌خواهیم تمام  $W_i$  ها را بهازی  $i$  از ۱ تا  $n$  محاسبه کنیم. این کار در چه زمانی قابل انجام است؟ (بهترین گزینه را انتخاب کنید).

(۲)  $O(m + n^2)$

(۱)  $O(m + n)$

(۴)  $O(m + n \log n)$

(۳)  $O(n(m + n))$

-۹ یک درخت جستجوی دودویی با  $n$  گره داریم که به علت نویز، اعداد ذخیره شده در برخی از گره‌های آن تغییر کرده است. تنها عملی که می‌توان برای اصلاح این درخت انجام داد جایه‌جا کردن مقادیر ذخیره شده در یک گره و یکی از فرزندان آن است. کمینه تعداد اعمال مورد نیاز برای تبدیل درخت به یک درخت دودویی جستجو در بدترین حالت کدام است؟ (دققت کنید که درخت اولیه لزوماً متوازن نیست).

(۲)  $O(n^2)$

(۱)  $O(n)$

(۴)  $O(n \log \log n)$

(۳)  $O(n \log n)$

(۱۰,A),(۲,B),(۵,C),(۷,D),(۸,E),(۱,F),(۴,G)

-۱۰

زوج‌های مرتب زیر را در نظر بگیرید:

فرض کنید درختی داریم که براساس مؤلفه‌های اول این زوج‌ها یک هرم کمینه، و براساس مؤلفه‌های دوم یک درخت جستجوی دودویی است. ارتفاع این درخت کدام است؟

(۴) ۵

(۳) ۴

(۲) ۳

(۱) ۲

-۱۱ در گراف همبند و بدون جهت  $G$  با  $n$  رأس، از یک رأس مشخص BFS و DFS را اجرا می‌کنیم، ترتیب ملاقات رئوس در هر دو اجرا یکسان شده است. در این خصوص کدام مورد درست است؟

(۱) گراف  $G$  فقط ستاره‌ای است.

(۲) گراف  $G$  فقط یک مسیر است.

(۳) تعداد یال‌های  $G$  از  $O(n)$  است.

(۴) تعداد یال‌های  $G$  می‌تواند  $\Omega(n \log n)$  باشد.

-۱۲- فرض کنید گراف  $G$  همبند، بدون جهت و وزن دار است به طوری که می‌تواند دور منفی هم داشته باشد. در مورد مستله پیدا کردن کوتاه‌ترین مسیر از یک رأس به رأس دیگر طوری که از هر رأسی حداقل یکبار عبور کند، چه می‌توان گفت؟

(۱) یک مستله آن بی - تمام است.

(۲) یک مستله آن بی - سخت است.

(۳) به علت وجود دور منفی در گراف لزوماً چنین مسیری وجود ندارد.

(۴) در زمان چندجمله‌ای بر حسب اندازه ورودی می‌توان مستله را حل کرد.

-۱۳- تعدادی فایل با اندازه‌های مشخص را می‌خواهیم روی نوار ذخیره کنیم. فرض کنید  $f_1, f_2, \dots, f_n$  به ترتیب (از راست به چپ) روی نوار ذخیره شده باشند، هزینه خواندن فایل  $i$  برابر  $|f_i|$  خواهد بود که  $|f_i|$  برابر طول فایل  $f_i$  می‌باشد. فرض کنید قرار است هر فایل تنها یکبار خوانده شود. می‌خواهیم مجموع هزینه را کمینه کنیم. بدین منظور از الگوریتم حریصانه زیر استفاده می‌کنیم. فایل‌ها را به ترتیب اندازه از کوچک به بزرگ روی نوار ذخیره می‌کنیم. اگر  $n$  تعداد فایل‌ها باشد، کمترین  $n!$  که به ازای آن الگوریتم فوق لزوماً درست کار نمی‌کند، کدام است؟

(۱) ۲

(۲) ۳

(۳) ۴

(۴) بهزای هر  $n$ ، الگوریتم فوق بهینه عمل می‌کند.

-۱۴- آرایه  $A$  شامل  $n$  عنصر داده شده است. می‌دانیم که تمام عناصر به جز  $\sqrt[4]{n}$  عنصر، در محل مرتب شده خود هستند ولی مکان عناصر نامرتب را نمی‌دانیم. این آرایه را در چه زمانی می‌توان مرتب کرد؟

(۱)  $O(n\sqrt[4]{n})$

(۲)  $O(\sqrt{n} \log n)$

(۳)  $O(n \log n)$

-۱۵- پیماش‌های پیش ترتیب و پس ترتیب یک درخت دودویی به صورت زیر است:

preorder: abedefg , postorder : cbfgeda

با فرض ذخیره‌سازی درخت در آرایه (ریشه در خانه‌ی ۱ و فرزندان گره اندیس در اندیس‌های  $2i+1$  و  $2i$ ). حداقل تعداد خانه‌های بلا استفاده قبل از محل آخرین گره در آرایه کدام است؟

(۱) ۵

(۲) ۶

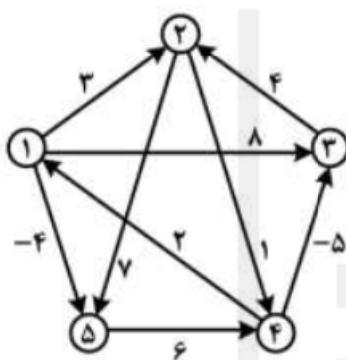
(۳) ۷

(۴) ۸

- ۱۶- یک ساختمان داده را در نظر بگیرید که از دو پشته  $S_1$  و  $S_2$  تشکیل شده است. این ساختمان داده دو عمل درج و استخراج را پشتیبانی می‌کند. به هنگام درج عنصر  $x$  در این ساختمان داده،  $\text{push}(S_1, x)$  را اجرا می‌کنیم، به هنگام اسخراج اگر  $S_2$  خالی نبود،  $\text{Pop}(S_2)$  را اجرا می‌کنیم، در غیر این صورت همه عناصر داخل  $S_1$  را پاپ و داخل  $S_2$  پوش می‌کنیم و بعد دستور  $\text{Pop}(S_2)$  را اجرا و به عنوان خروجی دستور استخراج در نظر می‌گیریم. اگر دو پشته در ابتدا خالی باشد و  $n$  عمل درج و استخراج به ترتیب دلخواه انجام شود، هزینه سرشکن این عمل‌ها کدام است و ساختمان داده فوق چه ساختمان داده‌ای را پیاده‌سازی می‌کند؟

- (۱)  $O(n)$  و صفر  
 (۲)  $O(n)$  و پشته  
 (۳)  $O(n)$  و پشته

- ۱۷- اگر الگوریتم جانسون برای یافتن کوتاه‌ترین مسیر بین تمام رأس‌های گراف را روی گراف وزن‌دار زیر اجرا کنیم، پس از اجرای مرحله تغییر وزن یال‌ها در الگوریتم، وزن جدید یال بین رأس‌های ۱ و ۵ که وزن اولیه آن  $-4$  است، کدام مقدار خواهد شد؟



- ۴ (۱)  
 ۴ (۲)  
 ۳ (۳)  
 ۰ (۴)

- ۱۸- اگر رشته  $ababbcbbaabdada$  را به وسیله الگوریتم هافمن کدگذاری کنیم، طول رشته حاصل چند بیت خواهد بود؟

- ۲۰ (۱)  
 ۲۴ (۲)  
 ۲۸ (۳)  
 ۳۰ (۴)

## قدم به قدم، همراه دانشجو...

- ۱۹- فرض کنید  $n$  عدد صحیح  $k$  بیتی داریم. فرض کنید هزینه جمع، تفربیق و مقایسه دو عدد  $k$  بیتی  $O(k)$  است. اگر  $k = O(\log n)$  باشد، کدام گزینه در مورد الگوریتم‌های مرتب‌سازی درست است؟ اگر

- (۱) زمان اجرای الگوریتم مرتب‌سازی شمارشی  $O(n)$  است.  
 (۲) زمان اجرای الگوریتم مرتب‌سازی سریع  $O(n \log n)$  است.  
 (۳) زمان اجرای الگوریتم مرتب‌سازی ادغامی  $O(n \log^2 n)$  است.  
 (۴) زمان اجرای الگوریتم مرتب‌سازی درجی  $\Omega(n^3 \log^3 n)$  است.

- ۲۰- آرایه‌ای شامل  $n$  عدد داریم. اگر در اجرای الگوریتم مرتب‌سازی ادغامی روی این آرایه هرگاه تعداد اعداد کمتر از  $\sqrt{n}$  شد، روال بازگشتی را متوقف و از الگوریتم مرتب‌سازی درجی استفاده کنیم، زمان اجرای الگوریتم کدام مورد خواهد بود؟ (فرض کنید زمان اجرای الگوریتم مرتب‌سازی درجی از مرتبه  $O(m^3)$  است که  $m$  تعداد اعداد می‌باشد.)

- $O(n\sqrt{n})$  (۱)  
 $O(n^3)$  (۲)  
 $O(n \log n \sqrt{n})$  (۳)  
 $O(n \log n)$  (۴)

- ۲۱- ماتریس  $X_{N \times d}$  حاوی  $N$  نمونه  $d$  - بعدی است. چنان‌چه اولین مؤلفه اساسی این ماتریس باشد، اولین بردار ویژه (به ترتیب نزولی مقادیر ویژه) ماتریس  $XX^T$  چه خواهد بود؟

$$\frac{\omega}{\|\omega\|} \quad (4)$$

$$\lambda \omega \quad (3)$$

$$X\omega \quad (2)$$

$$\omega \quad (1)$$

- ۲۲- فرض کنید  $x_1, x_2, \dots, x_n$  نمونه‌هایی باشند که به صورت  $i.i.d$  از یک توزیع گوسی انتخاب شده‌اند و هر یک دارای میانگین ناشناخته  $\theta$  و واریانس معلوم  $\sigma^2$  هستند. اگر پارامتر  $\theta$  خود دارای یک توزیع گوسی با میانگین  $\mu$  و واریانس  $\sigma^2$  باشد، تخمین MAP برای پارامتر  $\theta$  کدام است؟

$$\hat{\theta} = \frac{\sigma^2 (\sum_{i=1}^n x_i)}{n \sigma^2 + \sigma_o^2} \quad (1)$$

$$\hat{\theta} = \frac{\sigma^2 (\sum_{i=1}^n x_i) + \sigma_o^2 \mu}{\sigma^2 n + \sigma_o^2} \quad (2)$$

$$\hat{\theta} = \frac{\sigma^2 (\sum_{i=1}^n x_i) + \sigma_o^2 \mu}{n(\sigma^2 + \sigma_o^2)} \quad (3)$$

$$\hat{\theta} = \frac{\sigma^2 (\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i) + \sigma_o^2 \mu}{\sigma_o^2 n + \sigma^2} \quad (4)$$

- ۲۳- مجموعه داده  $S = S_1 \cup S_2$  به صورت زیر داده شده است. اولین مؤلفه اساسی این مجموعه داده کدام است؟

$$S_1 = \{(x, 0) | -10 \leq x \leq 10\} \quad S_2 = \{(x, -x) | -10 \leq x \leq 10\}$$

$$[1, 0] \quad (1)$$

$$[1, 0] \quad (2)$$

$$(0, 1) \quad (3)$$

$$(1, -1) \quad (4)$$

قدم به قدم، همراه دانشجو...

www.GhadamYar.com

- ۲۴- کدام جمله در مورد قانون یادگیری پرسپترون در شبکه‌های عصبی نادرست است؟
- (۱) قانون پرسپترون به ازای هر داده آموزشی که نادرست دسته‌بندی شده باشد، وزن‌های شبکه را یک دور به هنگام می‌کند.
  - (۲) قانون پرسپترون برای آموزش نورون با خروجی دو حالته (نورون با خروجی sign) به کار می‌رود.
  - (۳) اگر داده‌ها به صورت خطی تفکیک‌پذیر باشند و نرخ یادگیری به اندازه کافی کوچک باشد، استفاده از قانون پرسپترون به خطای صفر همگرا می‌شود.
  - (۴) اگر داده‌ها به صورت خطی تفکیک‌پذیر نباشند و نرخ یادگیری به اندازه کافی کوچک باشد، استفاده از قانون پرسپترون به حداقل خطای ممکن همگرا می‌شود.

- ۲۵- یک مسئله دو کلاسه با احتمال پیشین  $P(e_1) = P(e_2) = \frac{1}{2}$  را در نظر بگیرید که  $p(x|e_1)$  به صورت یکنواخت درون یک ابرکره به شاع  $x$  و  $p(x|e_2)$  به صورت یکنواخت درون ابرکره دیگر به شاع  $x$  توزیع شده‌اند. این دو ابرکره  $\Omega$  واحد از هم فاصله دارند. فرض کنید  $D = \{x_1, \dots, x_n\}$  مجموعه‌ای از  $n$  نمونه مستقل بر چسبدار از این دو کلاس باشد و  $D_k(x) = \{x'_1, \dots, x'_{k'}\}$  مجموعه  $k$  نزدیک‌ترین همسایه  $x$  باشد. متوسط احتمال خطای وقتی  $k$  عددی فرد باشد، کدام است؟

$$\frac{1}{2^n} \sum_{j=0}^k \binom{n}{j} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2^k} \sum_{j=0}^k \binom{n}{j} \quad (2)$$

$$\frac{1}{2^{k-1}} \sum_{j=0}^{(k-1)/2} \binom{n}{j} \quad (3)$$

$$\frac{1}{2^k} \sum_{j=0}^{(k-1)/2} \binom{n}{j} \quad (4)$$

- ۲۶- در شبکه عصبی زیر نورون ۱ دارای تابع فعالیت خطی و نورون‌های شماره ۲ و ۳ دارای تابع فعالیت سیگموئید  $\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$  هستند. در لحظه  $t$  مقادیر ورودی و وزن‌های شبکه در شکل نشان داده شده است. اگر در زمان آموزش مقادیر  $\Delta w_1 = 2$  و  $\Delta w_2 = 1$  به دست آمده باشد، مقدار  $\Delta w_3$  کدام است؟



- ۲۷- داده‌های زیر را در فضای برداری دو بعدی برای کلاس‌های A و B در نظر بگیرید.

$$A : \{(2,1), (3,2), (4,3)\}$$

$$B : \{(3,3), (1,1), (0,1)\}$$

- با استفاده از الگوریتم دسته‌بندی بیز ساده به ترتیب مشخص کنید. داده (3,1) در کدام کلاس و با چه احتمالی قرار می‌گیرد؟ (احتمال اولیه دو کلاس A و B را مساوی لحاظ کنید)

$$\frac{1}{14}, A \quad (1)$$

$$\frac{3}{14}, A \quad (2)$$

$$\frac{1}{21}, B \quad (3)$$

$$\frac{2}{21}, B \quad (4)$$

- ۲۸- فرض کنید مسائلهای داریم که از الگوریتم EM برای پیدا کردن تخمین بیشینه درست نمایی (Maximum likelihood estimates) با متغیرهای پنهان استفاده می‌کند. حال می‌خواهیم الگوریتم را

تصحیح کنیم که تخمین MAP را پیدا نماید. کدام گام الگوریتم EM نیاز به تصحیح دارد؟

(۱) گام Expectation

(۲) گام Maximization

(۳) گام Expectation, Maximization

(۴) الگوریتم نیاز به تصحیح ندارد.

- ۲۹- اگر نقاط  $(x_1, x_2)$  در فضای دو بعدی دارای توزیع گوسی با میانگین  $\begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{bmatrix}$  و ماتریس کوواریانس

$$\sum = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_1\sigma_2 \\ \sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 \end{bmatrix} \quad \text{باشند، میانگین توزیع شرطی } p(x_1 | x_2 = a) \text{ کدام است؟}$$

$$p(x_1 | x_2 = a) = N(\bar{\mu}, \bar{\sigma}^2), \bar{\mu} = \mu_1 + \frac{\sigma}{\sigma_2}(a - \mu_2) \quad (۱)$$

$$p(x_1 | x_2 = a) = N(\bar{\mu}, \bar{\sigma}^2), \bar{\mu} = \mu_1 + \frac{\sigma}{\sigma_1}(a + \mu_2) \quad (۲)$$

$$p(x_1 | x_2 = a) = N(\bar{\mu}, \bar{\sigma}^2), \bar{\mu} = \mu_1 + \frac{\sigma}{\sigma_1}(a - \mu_2) \quad (۳)$$

$$p(x_1 | x_2 = a) = N(\bar{\mu}, \bar{\sigma}^2), \bar{\mu} = \mu_1 + \frac{\sigma}{\sigma_1}(a + \mu_2) \quad (۴)$$

- ۳۰- یک هسته گاوی با رابطه  $k(x_1, x_2) = e^{-\frac{\|x_1 - x_2\|^2}{2}}$  را در نظر بگیرید. فاصله بین دو بردار  $x_1 = [1, 1]^T$  و  $x_2 = [2, 2]^T$  در فضای جدید (فضایی که حاصل ضرب داخلی نکاشت برابر  $k(x_1, x_2)$  است) کدام است؟

(۱)  $\circ$

(۲)  $\sqrt{2}$

(۳)  $e^{-1}$

(۴)  $(2 - \frac{1}{e})^{-1}$

- ۳۱- کدام گزینه درباره مستقل از مقیاس بودن (به این معنی که با ضرب همه مقادیر در یک عدد ثابت نتیجه تغییر نکند) منظم سازها درست است؟

(۱)  $L_1, L_2$  مستقل از مقیاس هستند اما  $L_1$  مستقل از مقیاس نیست.

(۲)  $L_2, L_1$  مستقل از مقیاس هستند اما  $L_2$  مستقل از مقیاس نیست.

(۳)  $L_1$  مستقل از مقیاس است اما  $L_1, L_2$  مستقل از مقیاس نیستند.

(۴)  $L_2$  مستقل از مقیاس است اما  $L_1, L_2$  مستقل از مقیاس نیستند.

- ۳۲- یک مجموعه داده دو بعدی به همراه خروجی مورد انتظار متناظر با هر داده به صورت  $\{(x_{i,1}, x_{i,2}): y_i\}$  در اختیار داریم. می‌خواهیم از مدل رگرسیونی  $y_i = w_1^T x_{i,1} + w_2^T x_{i,2} + b$  برای پیش‌بینی  $y$  استفاده کنیم. مقدار بهینه  $w_1$  وقتی که از معیار کمینه مربعات خطأ به عنوانتابع هدف استفاده می‌کنیم، از کدام رابطه حاصل می‌شود؟

$$w_1 = \sqrt{\frac{\sum_i x_{i,1} y_i - w_2^T x_{i,1} x_{i,2}}{\sum_i x_{i,1}^2}} \quad (2)$$

$$w_1 = \sqrt{\frac{\sum_i x_{i,1}^2 - w_2^T x_{i,1} x_{i,2}}{\sum_i x_{i,1} y_i}} \quad (4)$$

$$w_1 = \sqrt{\frac{\sum_i x_{i,1} y_i - 2w_2^T x_{i,1} x_{i,2}}{\sum_i x_{i,1}^2}} \quad (1)$$

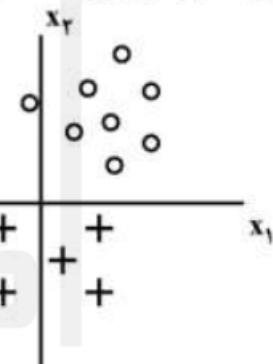
$$w_1 = \sqrt{\frac{\sum_i x_{i,1} x_{i,2} - w_2^T x_{i,1} y_i}{\sum_i x_{i,2}^2}} \quad (3)$$

- ۳۳- اگر بخواهیم مساله دسته‌بندی دو کلاسه شکل زیر را به کمک مدل Simple linear logistic regression (Simple LR) حل کنیم از آنجا که داده‌ها خطی جداگانه پذیر هستند، خطای مدل بر روی داده‌های آموزشی برابر با صفر است. حال اگر بخواهیم همین مساله را با بیشینه‌سازی مدل Regularized linear logistic regression (Regularized LR) حل کنیم، کدام مورد درست است؟

$$\sum_{i=1}^n \log(P(y_i | x_i, w_0, w_1, w_2)) - C w_j^2$$

$$\text{Where } p(y=1 | \vec{x}, \vec{w}) = \frac{1}{1 + \exp(-w_0 - w_1 x_1 - w_2 x_2)}$$

$$\text{And } j \in \{0, 1, 2\}$$



(۱) اگر  $w_j = w_1$  آنگاه خطای مدل Regularized LR بر روی داده‌های آموزشی نسبت به مدل Simple LR ثابت باقی می‌ماند.

(۲) اگر  $w_j = w_2$  آنگاه خطای مدل Regularized LR بر روی داده‌های آموزشی نسبت به مدل Simple LR ثابت باقی می‌ماند.

(۳) اگر  $w_j = w_1$  آنگاه خطای مدل Regularized LR بر روی داده‌های آموزشی نسبت به مدل Simple LR کاهش می‌یابد.

(۴) اگر  $w_j = w_2$  آنگاه خطای مدل Regularized LR بر روی داده‌های آموزشی نسبت به مدل Simple LR کاهش می‌یابد.

- ۳۴- هنگامی که تعداد نمونه‌های آموزشی به سمت بی‌نهایت میل می‌کنند، کدام مورد درباره مدل آموزش دیده شده درست است؟

(۱) بایاس کاهش می‌یابد اما واریانس ثابت می‌ماند.

(۲) واریانس کاهش می‌یابد اما بایاس ثابت می‌ماند.

(۳) بایاس ثابت می‌ماند اما واریانس افزایش می‌یابد.

(۴) بایاس و واریانس هر دو کاهش می‌یابند.

- ۳۵- در فرایند آموزش دسته‌بند توسط الگوریتم AdaBoost یادگیر ضعیف  $L$  ساخته شده است. در ابتدا  $2800$  نمونه آموزشی داریم که احتمال انتخاب هر کدام برابر  $\frac{1}{2800}$  است. این یادگیر  $100$  نمونه آموزشی را به درستی دسته‌بندی نمی‌نماید. وزن این دسته‌بند در این الگوریتم برابر کدام است؟

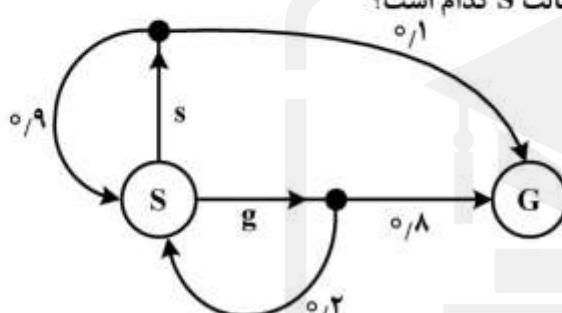
$$\ln\left(\frac{27}{28}\right) \quad (4)$$

$$\ln(100) \quad (3)$$

$$\ln(28) \quad (2)$$

$$\ln(27) \quad (1)$$

- ۳۶- یک عامل یادگیر تقویتی در یک محیط تصادفی فعالیت می‌کند. تعامل عامل یادگیر و محیط توسط MDP شکل زیر نشان داده شده است. عامل در حالت  $S$  دارای دو کنش  $s, g$  است. هنگامی که عامل در حالت  $S$  قرار دارد پاداش  $1/0$  و هنگامی که در حالت  $G$  قرار دارد پاداش  $1/1$  را دریافت می‌کند. اعداد روی یال‌ها احتمال گذر را نشان می‌دهند و ضریب کاهش  $\gamma$  برابر با یک است. ارزش حالت  $S$  کدام است؟



- $$(1) 0.8$$
- $$(2) 0.79$$
- $$(3) 1/0$$
- $$(4) 0.875$$

- ۳۷- در مساله رگرسیون خطیتابع هدف به صورت زیر تعریف شده است.

$$W^* = \arg \min \| XW - y \|_F^2 + \lambda \| w \|_1$$

افزایش  $\lambda$  چه تأثیری روی بایاس و واریانس دارد؟

- (۱) افزایش واریانس و افزایش بایاس  
 (۲) افزایش واریانس و کاهش بایاس  
 (۳) کاهش واریانس و افزایش بایاس  
 (۴) کاهش واریانس و کاهش بایاس

- ۳۸- یک فضای تصمیم مارکوف داریم که فضای حالت آن  $S$  و فضای کنش آن  $A$  و تابع پاداش آن  $R(s,a,s')$  و نرخ کاهش برابر با  $\gamma$  است. هدف یادگیری تابع سیاست یک ربات در محیط واقعی است. اما ربات در اختیار نداریم و تنها یک نرم افزار شبیه‌ساز ربات داریم که تابع گذر آن  $T_{sim}(s,a,s')$  است که با تابع گذر ربات واقعی که برابر  $T_{real}(s,a,s')$  است، متفاوت است. می‌خواهیم بدون تغییر نرم افزار شبیه‌ساز، تعدادی نمونه از شبیه‌ساز جمع‌آوری و برای یادگیری ربات در محیط واقعی استفاده نماییم. برای یادگیری ربات از الگوریتم یادگیری  $Q$  استفاده می‌شود که برای نمونه  $(s,a,s',r)$  به صورت زیر است:

$$Q(s,a) \leftarrow (1-\alpha)Q(s,a) + \alpha \left[ r + \gamma \max_{a'} Q(s',a') \right]$$

برای یادگیری مقادیر واقعی  $Q$ ، کدام مورد می‌تواند به کار رود؟ ( $\alpha$  نرخ یادگیری است).

$$Q(s,a) \leftarrow (1-\alpha)Q(s,a) + \alpha \frac{T_{real}(s,a,s')}{T_{sim}(s,a,s')} \left[ r + \gamma \max_{a'} Q(s',a') \right] \quad (1)$$

$$Q(s,a) \leftarrow (1-\alpha)Q(s,a) + \alpha \frac{T_{sim}(s,a,s')}{T_{real}(s,a,s')} \left[ r + \gamma \max_{a'} Q(s',a') \right] \quad (2)$$

$$Q(s,a) \leftarrow (1-\alpha)Q(s,a) + \alpha T_{sim}(s,a,s') \left[ r + \gamma \max_{a'} Q(s',a') \right] \quad (3)$$

$$Q(s,a) \leftarrow (1-\alpha)Q(s,a) + \alpha T_{real}(s,a,s') \left[ r + \gamma \max_{a'} Q(s',a') \right] \quad (4)$$

- ۳۹- در مورد خوشبندی مجموعه داده  $\{0, 4, 5, 20, 26, 40\}$  به دو خوش، کدام مورد نادرست است؟
- ۱) نتیجه خوشبندی با استفاده از روش K-means اگر نقطه شروع مرکز خوشها به ترتیب برابر  $0$  و  $5$  باشد،  $\{0, 4, 5, 20\}$  و  $\{26, 40\}$  خواهد بود.
  - ۲) نتیجه خوشبندی با استفاده از روش K-means اگر نقطه شروع مرکز خوشها به ترتیب برابر  $20$  و  $40$  باشد،  $\{0, 4, 5, 26\}$  و  $\{20, 40\}$  خواهد بود.
  - ۳) نتیجه خوشبندی با استفاده از روش Single-link به صورت  $\{0, 4, 5\}$  و  $\{20, 26, 40\}$  است.
  - ۴) نتیجه خوشبندی با استفاده از روش Complete-link به صورت  $\{0, 4, 5\}$  و  $\{20, 26, 40\}$  است.
- ۴۰- کدام عبارت درست است؟
- ۱) دو ویژگی مستقل می‌توانند کوواریانس ناصرف داشته باشند.
  - ۲) پس از اعمال PCA ابعاد فضای جدید از یکدیگر مستقل هستند.
  - ۳) دو ویژگی مستقل ممکن است بعد از اعمال تبدیل خطی به هم وابسته شوند.
  - ۴) در حالتی که میانگین داده‌ها از داده‌ها کم نشده باشد، پیدا کردن راستایی که واریانس داده‌های افکنش (project) شده روی آن راستا بیشتر است معادل با پیدا کردن راستایی است که افکنش داده‌ها روی آن منجر به کمترین خطای بازسازی می‌شود.

- ۴۱-تابع هزینه روش خوشبندی K-means به صورت  $\sum_{k=1}^k \sum_{n \in C_k} \|x^{(n)} - \mu_k\|^2$  را در نظر بگیرید. کمینه کردن این تابع معادل با کمینه کردن کدام یک از توابع هزینه زیر است؟ ( $C_k$  خوش را نشان می‌دهد).
- $$\sum_{k=1}^k \sum_{n \in C_k} \sum_{n' \in C_k} \|x^{(n)} - x^{(n')}\|^2 \quad (1)$$
- $$\sum_{k=1}^k \frac{1}{|C_k|} \sum_{n \in C_k} \sum_{n' \in C_k} \|x^{(n)} - x^{(n')}\|^2 \quad (2)$$
- $$\sum_{k=1}^k \sum_{n \in C_k} \sum_{n' \in C_k} \|x^{(n)} - x^{(n')}\|^2 - \sum_{k=1}^k \sum_{k'=1}^k \|\mu_k - \mu_{k'}\|^2 \quad (3)$$
- $$\sum_{k=1}^k \frac{1}{|C_k|} \sum_{n \in C_k} \sum_{n' \in C_k} \|x^{(n)} - x^{(n')}\|^2 - \frac{1}{|C_k|} \sum_{k=1}^k \sum_{k'=1}^k \|\mu_k - \mu_{k'}\|^2 \quad (4)$$

- ۴۲- یک مجموعه داده داریم که دارای  $N$  نمونه است و هر کدام از نمونه‌ها دارای  $n$  ویژگی دودویی هستند. می‌خواهیم یک درخت تصمیم از روی این مجموعه داده بسازیم. این درخت حداقل چند برگ خواهد داشت؟
- $$\max(\log N, 2^n) \quad (2)$$
- $$\min(N, 2^n) \quad (4)$$
- $$\max(N, 2^n) \quad (1)$$
- $$\min(\log N, 2^n) \quad (3)$$

- ۴۳ در یک مسئله دسته‌بندی دو دسته‌ای، داده‌های هر دسته دارای توزیع گوسی هستند که  $\mu_2 = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \end{pmatrix}$ ,  $\mu_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

میانگین دو دسته و ماتریس کوواریانس دسته‌ها برابر و وارون ماتریس کوواریانس برابر

$$(d_1^2, d_2^2) = \sum_{i=1}^{-1} = \begin{bmatrix} 0/95 & -0/15 \\ 2/2 & -0/15 & 0/55 \end{bmatrix}$$

نمایش داده می‌شود را نشان می‌دهد؟ ( $d_i$  فاصله نمونه  $x$  از میانگین دسته آن است).

(۱)  $(5/84, 4/64)$       (۲)  $(4/64, 5/84)$       (۳)  $(3/67, 2/95)$       (۴)  $(2/95, 3/67)$

- ۴۴ در یک مسئله یادگیری مجموعه داده‌ای  $S = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  را داریم که میانگین آنها در فضای ورودی برابر

$$\text{است با } \mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \text{ وتابع هسته } K^{(0,0)} \text{ داده شده است. کدام مورد میانگین داده‌ها در فضای ویژگی را نشان می‌دهد؟}$$

$$\frac{\mu}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n K(x_i, x_j) \quad (۱)$$

$$\frac{\mu}{n} \sum_{i=1}^n K(x_i, x_i) \quad (۲)$$

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n K(x_i, x_j) \quad (۳)$$

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K(x_i, x_i) \quad (۴)$$

- ۴۵ بعد VC یک درخت تصمیم به سه گره دودویی در فضای  $R^1$  (یک بعدی) برابر کدام مورد است؟

(۱)  $2$       (۲)  $3$       (۳)  $4$       (۴)  $5$

# قدم به قدم، همراه دانشجو...

WWW.GhadamYar.Ir



به اطلاع داوطلبان شرکت کننده در آزمون دکترای سال 1398 می‌رساند، این کلید اولیه غیر قابل استناد است و بسیار از دریافت نظرات داوطلبان و صاحب نظران، کلید نهایی سوالات تهیه و بر اساس آن کارنامه داوطلبان استخراج خواهد شد. در صورت تمایل می‌توانید حداقل تا تاریخ 15/12/1397 با مراجعته به سیستم پاسخگوی اینترنتی به نشانی request.sanjesh.org و تکمیل فرم بررسی کلید سوالات آزمون دکترای سال 1398 اقدام نمایید.

ازم به ذکر است نظرات داوطلبان فقط از طریق اینترنت و فرم مربوطه دریافت خواهد شد و به موارد ارسالی از طریق دیگر رسیدگی نخواهد شد.



عنوان دفترچه	نوع دفترچه	شماره پاسخنامه	گروه امتحانی
مهندسی کامپیوتر-هوش مصنوعی	A	1	فنی و مهندسی

شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح
1	1	31	3
2	3	32	2
3	4	33	1
4	4	34	2
5	2	35	1
6	2	36	4
7	3	37	3
8	1	38	1
9	2	39	2
10	3	40	3
11	3	41	2
12	2	42	4
13	4	43	4
14	1	44	1
15	4	45	3
16	1		
17	4		
18	3		
19	3		
20	2		
21	2		
22	2		
23	1		
24	4		
25	1		
26	4		
27	3		
28	2		
29	1		
30	4		

خروج