

2020

Machine Learning

Second Assignment

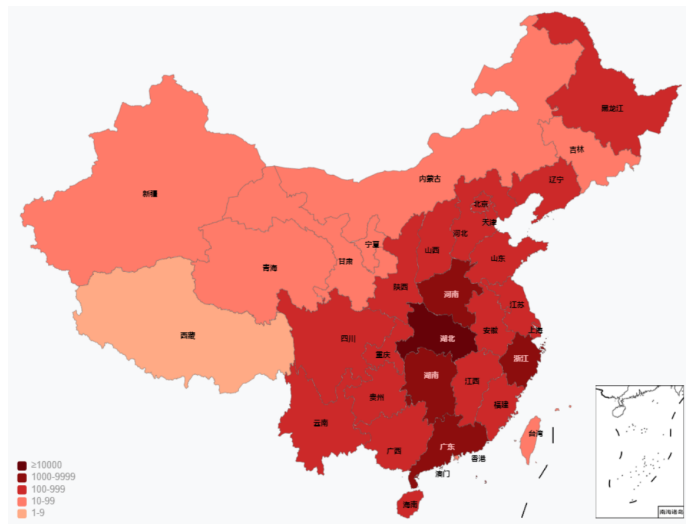
姓名	班级	学号
王成航	统计 71	2176122248
张申铎	统计 71	2176112379
王泽昊	统计 71	2176112782

çŻóã;T

1	ãĖŻãIJlãLÑéİc	1
2	éŬóécŸçaóãóŽ	1
3	SEIRaelãadNãžžçñÑ	4
3.1	ãžžç;đãĹŠãĹĖ	4
3.2	ãžžçñNæŨžçĹÑ	5
4	ãRřèãNæĂğãĹĖæđŘ	6
5	æIJžãŽlãņęäžãaelãadNãóðèũ	7
6	çžŞæđIJæčĂéİÑ	8
7	çžŞæđIJãĹĖæđŘ	10

1 æĖŽāIJāLŅēic

2019āzī12æIJLēitūāijĀāgNāIJāLēSāZī;æzŪāNŪæŋæśLāIJrāNžæŧAqēāNçŽDæŪrāEāēCžCŌæYřçžg2003āzīfāRŌçŽDā
ā6CçŽDāijāæšSāLZāNĀāLēāijžādg. ā;EçzRēfGāLēSāZī;æŧfāzIJāzēāRLāžžæŧSāyNæČIJāzčāzūçŽDāLāLZāēNæŪŪ,
æŋdæñaçŪĖæŧSāIJāAIJāžžæŧSāLŸāžLāĀiçŽDæślæfNādgæŧūāzNāyŋāūšçzRāLīæYī;éçSāLē. æĖČāZī 1
[1], āśŧçdžçŽDæYřæLēSāZī;āRĎçIJĀāž;çřēōaçqōēfLçŽDāžžæŧř, éçIJēLēšēŪLæūsāzčēāIçqōēfLāžžæŧřēŪLāDŽ.
çzRāŌEāžEāzdeĀZçōāLŪāĀAāžžçŋNāNžēZčāĀAāRLæŪŷēŧČāLēŧDæžRāŠNāžžāLZçŋLæŌŧæŪ;āRŌŷijNēfSāžZādŧæIēŷ



āZī 1: āĖLāZīçŪŋæČĖāIJrāZī.

ēGšārSæŋdæŪŷæŋdāLz(2020.2.29), æLēSāZīçŽDæČĖāEŧāūšçzRæYŌæYī;āē;ē;ŋ, éZdeGNçAç;āNžæzŪāNŪāzēādŪāRL
çŋZāIJlēfZæñaçAç;éZī;āNšārEēfGāŌzçŽDæŪŷāLz, æLēSāžñēŧŧçIĀāzŌāRĎæŪzéIççŽDæŧřæNŋōāzNāyŋāržæLç;āyĀāžZæIJ
æIēāyžāžŧāržāyNāyĀæñaçśzāijijçAç;éZī;āAžžæ;āNĀēūšçŽDāGEādg.

2 ēŪŌéçYçqōāŏŽ

āržāžŌāAIJāržā;ŧçgNēŪŌéçYēfZēqNçāŧçŷŷāĀIēfZāyĀēŪŌéçY, æLēSāžñæIJLāžEāç;LādZæČşæşŧ. éçŪāĖLāLŪāGžæf

- ēřçēlĀæŧřæNŋ;
- 2019-nCovçŪĖæŧSāžRāLŪçŋL.
- èCžçCŌæCčēĀĖèCžéCíCTæLŋæRRæŧřæNŋ;
- āžžæŧSæŪēæLēæIJLāĖşçŪŋæČĖāç;ŋNžēŧDēŏžæŧřæNŋ;
- āĖşžŌāRĎāšŌāyČāĀAāZī;āŏūçŽDçqōēfLāĀAç;ŪšāijijāĀAæŋžāžçŋLæŧřæNŋççŽDæŪŷēŪŧāzRāLŪ;

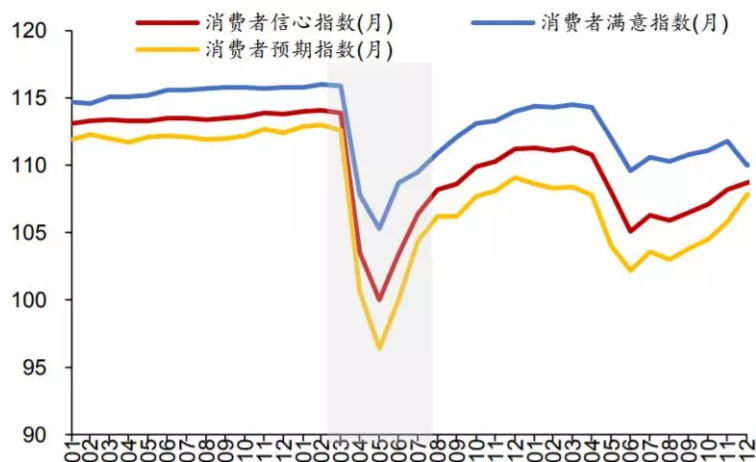
āIJlēfZāžZæŧřæNŋéZēççŽDāšçqāĀyL, æLēSāžñēĀČēZSāžEāzēāyNēŪŌéçY:

ä;EäRÑæäüçTšäzÖäySäyZçšëèEçZDçijžäzRäzeäRLæUúéUfäzrüäyNäEëèçT, èfZäzZç;ŠçzIJçZDäzžçñNéC;æY;ä;Uè;Čäy
 äZäæñdäyNärzæñdèUóéçYäAŽæúšäEëçäTçlŭ.

ärzäzÖçYšçUñäRÖçZDçzRætÖæAçädNéĀšäžçèfZèqÑécDætN.

äIJlädgëČlälEäijAäyZçzRèfGéTfè;äyÄäylädZæIJLçZDäAIAJäüèäAIAJäžgäRÖ, çzRætÖäyÄäöZäijZäRUälLréGNälZ,
 äZäæñdärzäzÖçzRætÖçZDæAçädNäAŽäGžéçDætNäršæY;ä;UæfTè;ČëGNèçA, çTšSARSäRÖçZDæAçädNæZšçžfæIèçIJ
 çUñäČEèfGäRÖäijZæIJLärRäzEäžççZDäRÑäijz. èĀNäyTçñnäyÄäžgäyZæAçädNè;Čäfn, äIJçUñäČEälZçzŠæIšärsæIJL
 çññäzNäžgäyZæñqäzN, çñnäyLäžgäyZälZæAçädNéĀšäžçæIJĀæĒç. èĀNä;ŠäzLçZDäyñäZ;çñnäyLäžgäyZäNäæfTæZfädg,
 äZäæñdæIJLçRèçTšçZyäfæfZæñqäüšçzRärzäzÖçzRætÖçZDä;šäŠNèçAèfIJèfIJädgäžÖSARS. çTšäzÖæñdçšzädgädNçA;
 äZäæñdäzšæšqæIJLèüšädšçZDæTŕæNöärzæñdçšçA;äRÖçzRætÖæAçädNæIqädNèfZèqNälEædR, äžÖæYŕärsæñdä;IJç;ç

äŽ; 3 èŕŕæYÖäZE2003äzteIdäEÿæIJšéUfæüLëtžèĀĒäfäqäČäĀAéçDæIJšäĀAæzqæDRæNĜæTŕéČ;æIJLéZlätŕäijRçZ
 äyNèfGçTšäzÖçÖŕäIJçžæyLæüLëtžæUžäijRçZDädZæäüæĀğ, äČR2003äzteČçæäüéZlätŕäijRäyNéZNçZDäsĀéIçäyNäyĀ



äŽ; 3: æüLëtžèĀĒäfäqäČäĀAéçDæIJšäĀAæzqæDRæNĜæTŕäZ;çdž.

ä;fçTlælqädNécDætNçqöèfLæTŕéGR.

æñdæUžæşTæYŕæIJĀšžæIJñçZD, äžšæYŕæIJĀäöžæYšæČšälŕçZD, äzüäyTäyžäžEä;fæIqädNäEüæIJLègçéGLæDR
 äyĀèLñäijZä;fçTlSIRælqädNäŠNSEIRælqädN. çšzäijijçZDçäTçlŭäIJçUñäČEæUŕæIJšä;fæIJLäžEçzšædIJ,
 äçCèèfäöLäždèĀZädgäñçäyÖäläæNfädgçžçäĒNädgäñçäžçäRLÉZTèèfäyLèNČädgäñçäRLä;IJäžžçñNçZDäijäæŠñälälZä
 ä;EäzÖäRÖçzñçšædIJæIèçIJN, æñdçäTçlŭärzäzÖçUñäČEäRŠäsTçZDäijŕeöäçèGäžÖäzRègC. ä;fçTlælqädNärzäzÖçqöèf
 äIJlæIČëqäāRðæUžéIçäZäçfäāRÖ, æLSäzñäEşšäöZä;fçTlSEIRælqädNéĀŽèfGæIJžäZlänçäžäçZDæUžæşTärzäzÖçqöè

3.2 ǎẑčńŇæŮźčĺŇ

æŃĠæǻĠ	æÍǻǻđNǻŔCǻTř
N	ǻžžǻŔcǻĂzǻTř
E	$\text{æ;IJǻijRèĂĚǻLǻǻğNǻĂij}$
I	$\text{æĐšæššşèĂĚǻLǻǻğNǻĂij}$
S	$\text{æYšæĐşèĂĚǻLǻǻğNǻĂij}$
R	$\text{æszæĐLèĂĚǻLǻǻğNǻĂij}$
r_1	$\text{æfRǻyłæĐšæšşèĂĚæfRǻđłæIJJLæTŁæOèèğęçŻDǻżśǻlĞǻžžæTř}$
r_2	$\text{æfRǻyłæ;IJǻijRèĂĚæfRǻđłæIJJLæTŁæOèèğęçŻDǻżśǻlĞǻžžæTř}$
β_1	$\text{æĐšæšşşèĂĚǻijǻæšşşæŋčǻyŷǻžžçŻDǻijǻæšşşæćÇçÓĠ}$
β_2	$\text{æ;IJǻijRèĂĚǻijǻæšşşæŋčǻyŷǻžžçŻDǻijǻæšşşæćÇçÓĠ}$
α	$\text{æ;IJǻijRèĂĚè;ňǻNŮǻyžæĐšæšşşèĂĚæćÇçÓĠ}$
γ	$\text{æfRǻđłčénæszæĐLčŻDçUĚǻžžǻNǻæĂzǻTřçŻDæfTǻlN}$

çzŞǎŘĹăôđéZĚæĈĖǻĒ, æYſæĐşăžżçŁďǻIJǻÿĂǻijĂǻğNǻijŽčzŘǻŌĚæ; IJǻijRæIJş, äyĂæœıæŮúéŮıǻřŌæLNǻĞžçŌřç
ǻŽǻæηđǻĂĞëő;æ; IJǻijRêĀĔæNĬŁĔĞæĊĆŌĞα è;ňǻŃŮǻÿžǻÿžæĐşæş\$èĀĔñjŽ

$$\begin{aligned} S_n &= S_{n-1} - r_1 \beta_1 I_{n-1} \frac{S_{n-1}}{N} \\ E_n &= E_{n-1} + r_1 \beta_1 I_{n-1} \frac{S_{n-1}}{N} - \alpha E_{n-1} \\ I_n &= I_{n-1} + \alpha E_{n-1} - \gamma I_{n-1} \\ R_n &= R_{n-1} + \gamma I_{n-1} \\ N &= S + E + I + R. \end{aligned}$$

ä;EëĀŽēĜæLēārij, æŋdæñaçŽĎæŮřăĖăēĈžĈŌçŮĖærŤšăĬJă;ĬJăijRăĬJšăžšăĖŮæĬLçŽyă;ŠénYăijăæšSăĀğ,
 âŽăæŋdæĹSăžñăijŤăĀĖēβ₂ăyŮr₂, æ;ĬJăijRăĖĀĖăžēβ₂ăijăæšSăæĈçŌĜăřĖăĀĖăžŮçŽĎæYšæĎšēĀĖē;ňăRŮyăyžæ;ĬJăijRăĖĀĖ.
 èĀŤă;ĬJăijRăĖĀĖærĤăđĤăŌēēğçŽĎăĀĖăžŮæYšæĎšēĀĖăžžăŤăřăyžr₂. âŽăæŋdæĖĀăĬJă $\frac{dS}{dt}$ ăŤŤă $\frac{dE}{dt}$ ăyŋæŮžăĹăă;ĬJăijRăĖĀĖ.
 æĤŌæŤžăĤŌçŽĎăĖňăijRăĖĈăyŤŋijŽ

$$\begin{aligned}\frac{dS}{dt} &= -r_1\beta_1 I \frac{S}{N} - r_2\beta_2 E \frac{S}{N} \\ \frac{dE}{dt} &= r_1\beta_1 I \frac{S}{N} + r_2\beta_2 E \frac{S}{N} - \alpha E \\ \frac{dI}{dt} &= \alpha E - \gamma I \\ \frac{dR}{dt} &= \gamma I \\ N &= S + E + I + R.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_n &= S_{n-1} - r_1\beta_1 I_{n-1} \frac{S_{n-1}}{N} - r_2\beta_2 E_{n-1} \frac{S_{n-1}}{N} \\ E_n &= E_{n-1} + r_1\beta_1 I_{n-1} \frac{S_{n-1}}{N} + r_2\beta_2 E_{n-1} \frac{S_{n-1}}{N} - \alpha E_{n-1} \\ I_n &= I_{n-1} + \alpha E_{n-1} - \gamma I_{n-1} \\ R_n &= R_{n-1} + \gamma I_{n-1} \\ N &= S + E + I + R. \end{aligned}$$

æfSæztæIæēZŔçIĀæIJžāZlāŋçäzāāIJlāŔDçgNāŔDæāūāzTçTlécFāššçZDæLRāLš, èuLæIæèuLādZçZDécFāššçaijAāgNā
 āAŔāç,ōāLÆæŪzçlNçZDçāTçlŭāzšæYŕaEūāyŋāzNāyĀ[16]. āAŔāç,ōāLÆæŪzçlNāLdāçZāyžèèAçIJĀæçAçègçĀEçšçZæāūāyĀ
 èĀCçZSāyĀāyIāyĀèLŋçZDèIdçžçæĀgāAŔāç,ōāLÆæŪzçlN

āĒūāyŋNæYřāyĀāylēlđçZŁæĀğāĠ;æTř, ēğŠæăĠāzčēqlāAřĀ;ōāLēçŽDæŪzāŘS. ēCčāzLæĹSāznčzZāōŽāẂEāyĀçşzāĹŪæTř
 āĒūāyŋxāyžçŁzēŪtāyŋçŽDç;SæāijçCž, $0 \leq t \leq M$ āyžæŪūēŪtæĹs, æĹSāznñēČ;āŘæāzæNōçŁzēŪtāAřĀřijæTřçŽDæTřæNōæ
 āIJĹæIJĀēŁSçŽDāyĀāzŽçāTçĹūāyŋ, æIJĹāŋēēĀĒēĠĠçTĹāzEçēđçzŘç;ŠçzIJ(æūsāžç;ŠçzIJ)æĹāIJĹēŁZæŪzēĹæIJĹāzEāyĀ
 āçCæđIJæĹSāznñēČ;āđšæIJĹāyĀāzŽāřzāzŌēŁZāyĹæŪzçĹŊçŽDāĒĹēĹŊçšēēřE, æřĹāçCēŁZāyĹæŪzçĹŊāđğæçCæYřāyĀ
 ēCčāzLæĹSāznā;ŁāřřāzēēĀZēŁĠāŋŪāĒEāŋçāzāçŽDæŪzāijŘæĹēāōNæĹŘēŁZæāūāyĀāyĹāzāŁa.

ɛʔZæäũçŽDæŨzćİNçŽDéYüæṬrçŽDçɑóǎǾŽǎRřäzēæǎzæNǫçzRéİNǎRĽăEũçĽĽçRĚæDŘäzĽæĽŨèĂĚæYřéĂŽèƒGæṬřăĀijj
 äYŁéİćçŽDæŨzćİNèĽYǎRřäzēăĚZæĽĽăRŘSéĜRçŽDǎj;ćaijR,(ăEũäyñuäyžzäYĂăĽŨăRŘSéĜR, $u = (u(t, x_1), \dots, u(t, x_n))$).

ǎĚűăŷŋæĹŚăžŋăŔřăžěæĹĹăőĈăĴŖŝŷŖăžăŷĂéąăŷŔřăŋŮăĚŷéąă $F_u(t)$, äŷĂéąăŷŔřŝŷăŷŤŕéąă α . éĈăžĹĹèĤŽăŷĹăŮűăĂŽăĹŚ

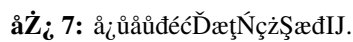
æiēēŌūāĭŬēfZæāūçŽĐāŘSéGŘα, äzŌēĀŇärzäžŌçŦsāŋŬāĔÿēGŇçŽĐāĜ; æŦrēĀŽēfĜçžfæĀğçzĐāŘLēČ; āđŖēāĭēĭāĜzæ
 āĔūāyŋL₁æŋčĀĹLéāzçŽĐæČĭç; ŽæŸfæŦēĭČēĜĭçĐūçŽĐ, L₁ēŇČæŦræČĭç; ŽāĭĀāĭĀēČ; āđŖäĭfāĭŬāŘSéGŘēūŇāžŌçĭ
 āŽāāyžāĔūāŕĭæŦrçŽĐāyŷæŦræĀğēĭ. āĬĬĭāŬžçĭŇēŸūāŦrāčđāĹāæŬū, āŋŬāĔÿçŽĐāđğārRæŸfæŇĜæŦrçžğāčđēŦççŽĐ.



æĀĂċĬĂċZŞædIJăyNăijZċŁzĀĹnăċ;ZĎĎċDæIJş, æĹŚăznċŽŖæIJzâIJĭeiNċrAċŽEăyŋċŽŖæIJzæĹ;ăŖŪăzEăGăăyĹăŞŌăyNăzŷċZĎăŸŖ, ċZŞædIJæŋċăċă;ăyŌăĹŚăznċZĎĎċDæIJşăyNċrNċăNăŖĹ. ċŋăăYăăyĹeiNċrAăŞŌăyĈăŸŖăZŷăuĹċIJ AċztċY



Āġ ŪāĻŕčŽĐçzSædIJāēĆ **ǺZŁ** 6 æLĂçdž, āRfäzēcIJNālŕ, æĐšæšSăžžæTŗāšřāĀijcžčäyž30ăžž, èĹĹāĻŕăšřāĀijcŽĐæŪűēŮťäyžŽ
èĀNālŕ2020.2.28æŬē, çztēYšçŽĐăódéŽĚæĐšæšSăžžæTŗāŔlæIJL22ăžž, éćĐætNčzSædIJäyŌăódéŽĚçŽĐæTŗæNőäyNæY



ÅŽġ 8: ÅŦUÅŁAėćDætŦNçzŞæđIJ.

9

- [1] çŹŁăžę. äöðæŮŭæZtæŮŋijZæŮřăđNăEăçŁŭçŮŮĖarŠëCžçCŌçŮŋăĈĖăĬŋřăZĭ. https://voice.baidu.com/act/newpneumonia/newpneumonia/?from=osari_pc_3.
- [2] 5 āĽĖśŠšăĖĖĕŮĬ google nlpăĭăđNġijZbert. <https://www.jianshu.com/p/d110d0c13063>.
- [3] Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, and Google AI Language Kristina Toutanova. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. 2019.
- [4] æŖŋăĭjĀalbertçŽĎçĕđçğŸĖĭĕçžš. <https://blog.csdn.net/u012526436/article/details/101924049>.
- [5] æĬŌăçĈ. âĀŖnlpăĂŠgoogle bertĕrĕçĕğĈ. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/46652512>.
- [6] Stanford University. The stanford question answering dataset. <https://rajpurkar.github.io/SQuAD-explorer/>.
- [7] Yann LeCun, Corinna Cortes, and Christopher J.C. Burges. The mnist database of handwritten digits. <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>.
- [8] ĕŹĽăĽĕt. äŷłăžžăžNçžŊ-ĕŹĽăĖĕçŽĎăŋçæĬŋřăŷĕăŧ. <http://www.escience.cn/people/xingchen/index.html>.
- [9] âŋăŷĽĕtççŖ. çŮŋăĈĖărççŖRăŧŌçŽĎăŷšăŊŋijZăŷšĕçŸăĽăŠĽ. <http://cn.hk.uy/b3y>.
- [10] ĕĕĤăŌĽăžđĖĂŽăđğăŋçăZăđŏăđŤăĖĈăŤŋçĕĕĕăŋŮăŷŋăĈĈ. æŮřăđNăEăçŁŭĕCžçCŌçŮŋăĈĖăĭjăæŠŋĕçŌĕŹĭĕçĎăŧŊăĖŊăĽĖăđŖ. <http://xiammt.xjtu.edu.cn/info/1004/2097.htm>.
- [11] Matthew.yy. âĖšăžŌ2019ncovăŮřăĖăĕCžçCŌçŽĎăžžăĭă. <https://blog.csdn.net/Zengmeng1998/article/details/104231869>.
- [12] SirsăĭjăæŠšçŮĖĖăĭăđNăšCĕğĈăŖĽmatlabăŏđçŌř. https://blog.csdn.net/qq_37694821/article/details/86578645.
- [13] çŌŖĭŋseirăĭjăæŠšçŮĖĖăĭăđNă. <https://blog.csdn.net/jinking01/article/details/104145509>.
- [14] SirăŖĽseirăžžăĭăçŽĎçŏĂăŊŤçđăĭăŊ. <https://blog.csdn.net/arcers/article/details/104238668>.
- [15] Hans Nesse. Seir model. <http://www.public.asu.edu/~hnesse/classes/seir.html>.
- [16] Zichao Long, Yiping Lu, Xianzhong Ma, and Bin Dong. Pde-net: Learning pdes from data. *arXiv preprint arXiv:1710.09668*, 2017.
- [17] Maziar Raissi. Deep hidden physics models: Deep learning of nonlinear partial differential equations. *Journal of Machine Learning Research*, 19:1–24, 2018.
- [18] Hayden Schaeffer. Learning partial differential equations via data discovery and sparse optimization. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 473(2197), 2017.
- [19] Zichao Long, Yiping Lu, and Bin Dong. Pde-net 2.0: Learning pdes from data with a numeric-symbolic hybrid deep network. *Journal of Computational Physics*, 399:108925, 2019.
- [20] âŚĭăĕŮăŊŌ. æĬŖăžĽăŋçăžă. æŷĖĖăŊŌăđğăŋçăĖĖçĕĽĽçĎĭ, 2016.
- [21] Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. *Deep Learning*. The MIT Press, 2016.
- [22] äŷŋăŊŌăžžăæŖŠăĖăšăŊăžăĭăŊŋçŤšăĖăžăžăğŤăšŸăĭjZăŊŋçŤšăžŤăĖăšăĽăĖăĖăŏđ. æĽĽĕĖš2æĬĽ28æŮĕ24æŮŭăŮřăđNĕCžçCŌçŮŋăĈĖăĭjăæŠŋĕçŌĕŹĭĕçĎăŧŊăĖŊăĽĖăđŖ. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/yqfkdt/202002/4ef8b5221b4d4740bda3145ac37e68ed.shtml>.