

Concours national de Doctorat
Spécialité : Télécommunications et Intelligence Artificielle
Sujet : 2

Exercice 1 :

(6pts)

Écrire un programme qui utilise un tableau à deux dimensions pour stocker les températures les plus élevées et les plus basses de chaque mois de l'année. Le programme devrait afficher les moyennes des températures les plus élevées et les plus basses de l'année. Votre programme doit comporter les fonctions suivantes :

1. Fonction getData : Cette fonction lit et stocke les données dans le tableau à deux dimensions.
2. Fonction averageHigh : Cette fonction calcule et retourne la moyenne des températures élevées pour l'année.
3. Fonction averageLow : Cette fonction calcule et retourne la moyenne des températures basses pour l'année.
4. Fonction indexHighTemp : Cette fonction retourne l'indice de la température la plus élevée du tableau.
5. Fonction indexLowTemp : Cette fonction retourne l'indice de la température la plus basse du tableau.

(Ces fonctions doivent toutes avoir les paramètres appropriés.)

Exercice 2 :

(4pts)

Soit un réseau GSM formé de cellules hexagonales de rayon R . La distance D de réutilisation des fréquences est liée à la taille du motif N , par $\frac{D}{R} = \sqrt{3N}$; avec N le nombre de cellules dans le motif.

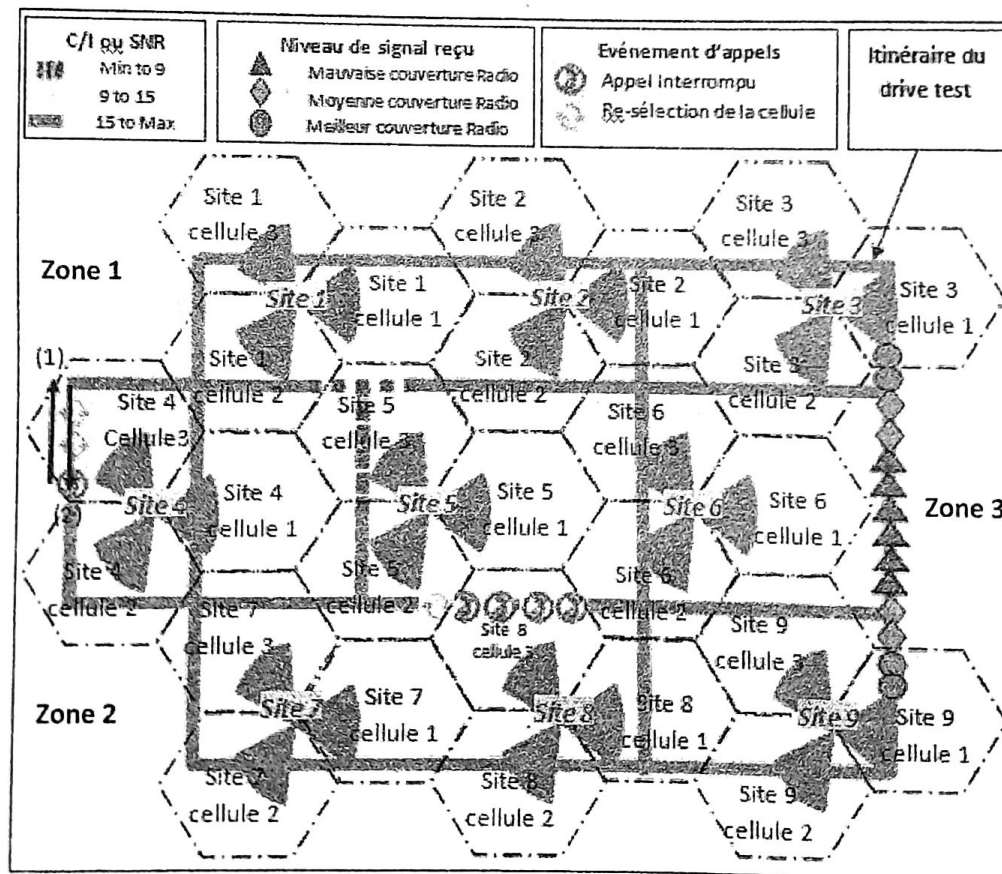
1. Si $N = 4$, calculer le nombre de porteuses GSM qu'un opérateur disposant de 12,5MHz peut en théorie attribuer à chaque cellule sachant qu'une porteuse occupe 200kHz.
2. Pour une porteuse correspond à 8 canaux (soit 8 Erlang), estimer le nombre maximal d'abonnés qu'il peut espérer accueillir dans une cellule sachant qu'un abonné moyen a un trafic de 0,03E à l'heure.
3. Le rayon R d'une cellule ne pouvant être inférieur à 4 km, combien d'abonnés cela représente-t-il dans une ville d'une surface de 1000 km². Commenter brièvement ce résultat.

Concours national de Doctorat Spécialité : Télécommunications et Intelligence Artificielle Sujet : 2

Exercice 3 :

(10pts)

Afin de tester réellement la qualité de la liaison radio de réseau GSM dans une zone bien définie. Un opérateur téléphonique a déclenché une opération de drive test et a enregistré l'état de la liaison radio (C/I, le niveau de signal reçu et les événements d'appels) durant tout l'itinéraire présenté dans la figure ci-dessous. Les mesures de test de la liaison ont été faites par un seul mobile en mode communication. La légende de la figure indique l'état de la couverture radio, les interférences de la liaison entre le mobile et la cellule ainsi que les événements d'appel présentés dans cette opération.



- I. En se basant sur l'itinéraire du drive test présenté dans la figure ci-dessus. Est-ce que nous pouvons constater l'état de la liaison radio de toutes les cellules de la zone ? Justifier.
- II. Après l'analyse de test de mesure de la liaison radio (drive test) :
 - II.1. Indiquer la zone (Site - cellule) qui subit des interférences radio. Et quelles sont les causes qui provoquent cette dégradation dans cette zone ?

Concours national de Doctorat
Spécialité : Télécommunications et Intelligence Artificielle
Sujet : 2

- II.2. Nous supposons qu'il n'y a pas de problèmes de couverture dans la zone qui subit des interférences radio. Indiquer avec justification la cellule qui cause le problème (Site – cellule), et proposer une solution pour ce problème.
- II.3. Indiquer la zone qui subit une mauvaise couverture radio. Et quelles sont les solutions possibles de ce problème.
- II.4. Dans la cellule 3 - site 4, dans quel sens déplace-t-il le mobile ? Pourquoi ?
- III. Après la vérification des indicateurs de performances KPIs de la cellule 1 du site 8, nous avons constaté que le nombre des abonnés connectés à cette cellule égale à 70. Nous supposons que la consommation moyenne à l'heure de pointe soit de 50 mErlangs pour une qualité de service de 2%, et les TRXs sont configurés comme suit : une tranche de temps (TS) est utilisée pour le contrôle commun et la diffusion (BCCH), une pour fournir des canaux de signalisation point à point (SDCCH), et le reste pour donner les canaux de trafic utilisateur (TCH).
- III.1. Calculer le nombre des TRXs nécessaire pour absorber ce trafic.
- III.2. Nous informons que la configuration actuelle de la cellule 1 du site 8 est de 3 TRXs. Vérifier si la cellule est congestionnée ou non. Proposer des solutions en cas de problème.
- IV. Afin d'automatiser le calcul de la capacité de l'opérateur téléphonique ainsi que le nombre de TRXs nécessaires pour absorber le trafic pour une seule cellule (question 3 et 4). Nous proposons de suivre les étapes suivantes :
- IV.1 Ecrire une fonction en programme C++ nommé « Erlang_B » qui permet de retourner P blocage : la probabilité de blocage (qualité de service), les arguments de la fonction sont :
- C : le nombre de canaux de trafic par cellule ;
 - A : le trafic généré par l'ensemble de clients.
- La formule de la probabilité de blocage est décrite comme suit :

$$P_{\text{blocage}} = \frac{\frac{A^C}{C!}}{\sum_{i=0}^C \frac{A^i}{i!}}$$

- IV.2 Ecrire un programme en C++ qui permet de calculer la capacité de l'opérateur téléphonique ainsi que le nombre de TRXs nécessaires pour absorber le trafic pour une seule cellule, les entrées de ce programme sont : nombre des abonnés, nombre des cellules, consommation moyenne à l'heure de pointe en mErlang et la qualité de service. Dans ce

Concours national de Doctorat

Spécialité : Télécommunications et Intelligence Artificielle

Sujet : 2

programme vous pouvez utiliser la fonction qui retourne le nombre des circuits nécessaires pour une probabilité P de blocage et un trafic A.

Le prototype de la fonction est décrit comme suit :

float NB_circuit_Erlang(float P, float A)

Erlang B (Blocked Calls Cleared)													
(N)	0,1%	0,2%	1%	2%	10%	20%	(N)	0,1%	0,2%	1%	2%	10%	20%
1	0,001	0,002	0,010	0,020	0,111	0,250	38	22,9	24,0	27,3	29,2	36,6	43,7
2	0,046	0,065	0,153	0,223	0,595	1,00	39	23,7	24,8	28,1	30,1	37,7	44,9
3	0,194	0,249	0,455	0,602	1,27	1,93	40	24,4	25,6	29,0	31,0	38,8	46,1
4	0,439	0,535	0,869	1,09	2,05	2,95	41	25,2	26,4	29,9	31,9	39,9	47,4
5	0,762	0,900	1,36	1,66	2,88	4,01	42	26,0	27,2	30,8	32,8	40,9	48,6
6	1,15	1,33	1,91	2,28	3,76	5,11	43	26,8	28,1	31,7	33,8	42,0	49,9
7	1,58	1,80	2,50	2,94	4,67	6,23	44	27,6	28,9	32,5	34,7	43,1	51,1
8	2,05	2,31	3,13	3,63	5,60	7,37	45	28,4	29,7	33,4	35,6	44,2	52,3
9	2,56	2,85	3,78	4,34	6,55	8,52	46	29,3	30,5	34,3	36,5	45,2	53,6
10	3,09	3,43	4,46	5,08	7,51	9,68	47	30,1	31,4	35,2	37,5	46,3	54,8
11	3,65	4,02	5,16	5,84	8,49	10,9	48	30,9	32,2	36,1	38,4	47,4	56,0
12	4,23	4,64	5,88	6,61	9,47	12,0	49	31,7	33,0	37,0	39,3	48,5	57,3
13	4,83	5,27	6,61	7,40	10,5	13,2	50	32,5	33,9	37,9	40,3	49,6	58,5
14	5,45	5,92	7,35	8,20	11,5	14,4	51	33,3	34,7	38,8	41,2	50,6	59,7
15	6,08	6,58	8,11	9,01	12,5	15,6	52	34,2	35,6	39,7	42,1	51,7	61,0
16	6,72	7,26	8,88	9,83	13,5	16,8	53	35,0	36,4	40,6	43,1	52,8	62,2
17	7,38	7,95	9,65	10,7	14,5	18,0	54	35,8	37,2	41,5	44,0	53,9	63,5
18	8,05	8,64	10,4	11,5	15,5	19,2	55	36,6	38,1	42,4	44,9	55,0	64,7
19	8,72	9,35	11,2	12,3	16,6	20,4	56	37,5	38,9	43,3	45,9	56,1	65,9
20	9,41	10,1	12,0	13,2	17,6	21,6	57	38,3	39,8	44,2	46,8	57,1	67,2
21	10,1	10,8	12,8	14,0	18,7	22,8	58	39,1	40,6	45,1	47,8	58,2	68,4
22	10,8	11,5	13,7	14,9	19,7	24,1	59	40,0	41,5	46,0	48,7	59,3	69,7
23	11,5	12,3	14,5	15,8	20,7	25,3	60	40,8	42,4	46,9	49,6	60,4	70,9
24	12,2	13,0	15,3	16,6	21,8	26,5	62	42,472	44,068	48,774	51,534	62,575	73,384
25	13,0	13,8	16,1	17,5	22,8	27,7	63	43,313	44,927	49,688	52,481	63,663	74,625
26	13,7	14,5	17,0	18,4	23,9	28,9	64	44,156	45,788	50,603	53,428	64,750	75,866
27	14,4	15,3	17,8	19,3	24,9	30,2	65	45,000	46,650	51,518	54,376	65,839	77,108
28	15,2	16,1	18,6	20,2	26,0	31,4	66	45,845	47,513	52,435	55,325	66,927	78,350
29	15,9	16,8	19,5	21,0	27,1	32,6	67	46,691	48,378	53,353	56,275	68,016	79,592
30	16,7	17,6	20,3	21,9	28,1	33,8	68	47,540	49,243	54,272	57,226	69,106	80,834
31	17,4	18,4	21,2	22,8	29,2	35,1	69	48,389	50,110	55,191	58,177	70,196	82,076
32	18,2	19,2	22,0	23,7	30,2	36,3	70	49,239	50,979	56,112	59,129	71,286	83,318
33	19,0	20,0	22,9	24,6	31,3	37,5	71	50,091	51,848	57,033	60,082	72,376	84,561
34	19,7	20,8	23,8	25,5	32,4	38,8	72	50,944	52,718	57,956	61,036	73,467	85,803
35	20,5	21,6	24,6	26,4	33,4	40,0	73	51,799	53,590	58,879	61,990	74,558	87,046
36	21,3	22,4	25,5	27,3	34,5	41,2	74	52,654	54,463	59,803	62,945	75,649	88,289
37	22,1	23,2	26,4	28,3	35,6	42,4	75	53,511	55,337	60,728	63,900	76,741	89,532