

اثرگذاری میدان‌های شعوری بر محاسبه‌ی مونت کارلوی دو بعدی (سطح)

محمدعلی طاهری^۱، فرزاد احمدخانلو^{۲*}، ریحانه محلوجی^۳

* نویسنده مسئول: فرزاد احمدخانلو
ایمیل: farzadkhanlou@hotmail.com

- ۱- بخش تحقیق و توسعه‌ی ساینسکت، مرکز تحقیقات کازمواینتل، انتاریو، کانادا
- ۲- گروه مهندسی مکانیک و هوافضا، دانشگاه کالیفرنیا ایرواین، ایرواین، کالیفرنیا، ایالات متحده‌ی آمریکا
- ۳- دکتری فیزیک کاربردی، محقق کازمواینتل

DOI: <http://doi.org/10.61450/joci.FA.v3i14.191>

چکیده

در ادامه‌ی مطالعات محاسباتی و بررسی تاثیرگذاری میدان‌های شعوری و یک قدم فراتر از محاسبه‌ی یک بعد (مطالعه پیشین)، در این مطالعه استفاده از دو سری عدد تصادفی تولید شده برای محاسبه تخمینی مساحت یک مستطیل صورت گرفته است. این پیچیدگی، فرصتی برای نمایان شدن بیشتر تاثیرات احتمالی میدان‌های شعوری فراهم می‌کند که یکی از آنها در فرکانس مقادیر محاسبه شده (بر خلاف سطح قبل که در این مورد تفاوتی بین نمونه و کنترل وجود نداشت) است. طبق نتایج این مطالعه، نمونه‌ی میدان شعوری ۲ و کنترل در بازه‌ی با بیشترین انطباق بر جواب موردنظر، تفاوت قابل توجه حداقل ۹۰٪ را با نمونه‌ی میدان شعوری ۱ نشان می‌دهند. همچنین مقدار آنتروپی شانون در نمونه‌ها بیشتر از کنترل و در نمونه ۲، در حدود ۲٪ بیش از کنترل است.

واژگان کلیدی: میدان‌های شعوری، اعداد تصادفی، مونت کارلو، محاسبه‌ی سطح

از ملاحظات مشترک این شماره رجوع کنید. ضمناً آنالیز توصیفی تمام مقادیر بدست آمده از سطح در کنترل و دو نمونه صورت گرفته است. سپس با بین‌بندی (۰/۰۲) داده‌ها، توزیع آنها بدست آمده و تغییر در آن بین نمونه و کنترل مقایسه شده است.

نتایج و جمع‌بندی

در جدول ۱ آنالیز آماری توصیفی کنترل و نمونه‌ها صورت گرفته است. شکل ۲ توزیع تمام مقادیر، اختلاف مقدار محاسبه شده از مقدار تئوری و نمودار باکس مقادیر خروجی محاسبات در کنترل و نمونه‌ها را مقایسه کرده است. تغییرات میانه در نمونه ۲، مشهود است؛ نزدیک‌ترین میانگین به مقدار تحلیلی، متعلق به کنترل است.

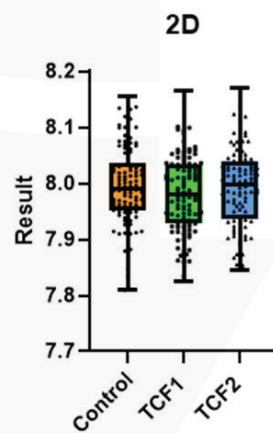
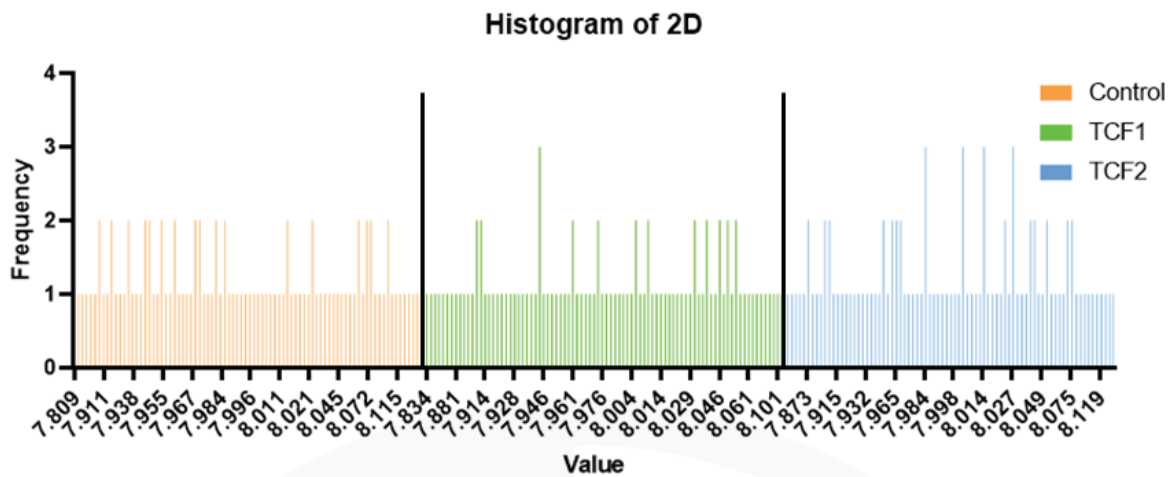
روش‌های مونت کارلو در طبیعت خود، آزمون هستند [۱]. آزمایش مونت کارلو استفاده از اعداد تصادفی شبیه‌سازی شده برای تخمین برخی از توابع یک توزیع احتمالاتی است. زمانی که یک مسئله با مؤلفه‌ای مطرح شود که با برخی از تابع‌های یک متغیر تصادفی قابل توصیف باشد، این مسئله با تخمین مقدار مورد انتظار، با استفاده از یک نمونه شبیه‌سازی شده از توزیع متغیر تصادفی حل می‌شود [۲]. از این قابلیت در این پژوهش به منظور بررسی اثرگذاری میدان‌های شعوری بر محاسبات در دو بعد استفاده شده است.

روش

در این بخش، محاسبه با استفاده از برنامه‌ای که در آن سطح مشخصی محاسبه می‌شود، صورت می‌گیرد. مقدار تحلیلی مساحت برابر با ۸ است. برای توضیحات بیشتر به بخش ۲-۲ ب

جدول ۱- آنالیز توصیفی مقادیر محاسبه شده‌ی سطح در نمونه‌ها و کنترل

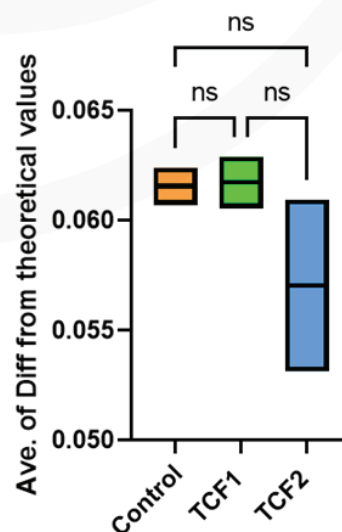
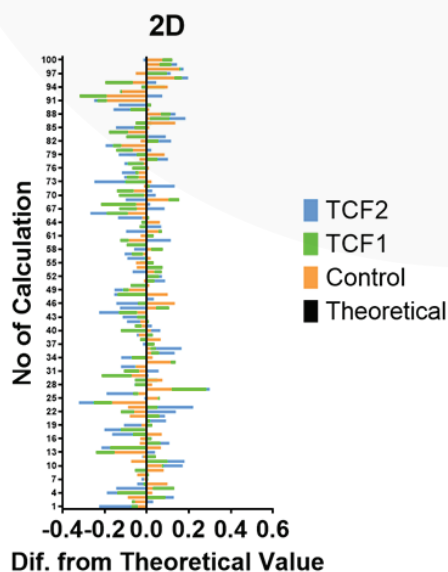
	Control	TCF1	TCF2
Number of values	100	100	100
Minimum	7.809	7.826	7.846
25% Percentile	7.952	7.928	7.936
Median	7.991	7.980	7.999
75% Percentile	8.035	8.034	8.040
Maximum	8.155	8.165	8.169
Range	0.346	0.339	0.323
Actual confidence level	96.48%	96.48%	96.48%
Lower confidence limit	7.971	7.959	7.983
Upper confidence limit	8.011	8.009	8.014
Mean	7.995	7.981	7.993
Std. Deviation	0.070	0.067	0.069
Std. Error of Mean	0.007	0.007	0.007
Lower 95% CI of mean	7.981	7.967	7.979
Upper 95% CI of mean	8.009	7.994	8.006
+1 Sigma (round 0.1) of Mean	8.1	8.0	8.1
-1 Sigma (round 0.1) of Mean	7.9	7.9	7.9



شکل ۱- هیستوگرام تمام مقادیر تولید شده (بالا) به همراه آنالیز باکس مقادیر تولیدی (پایین).

به مقادیر بیشتر را با توجه به کمترین و بیشترین داده‌ها نشان می‌دهد.

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، فرکانس اعداد تولید شده در نمونه‌ها نسبت به کنترل، روند افزایشی در برخی بازه‌ها نشان می‌دهد. همچنین مقادیر تولید شده خصوصاً در نمونه‌ی ۲، میل



شکل ۲- (چپ) نمایش مقایسه‌ای مقادیر تفاضل بین مقدار محاسبه شده و مقدار تحلیلی در کنترل و نمونه‌ها در ۱۰۰ بار محاسبه (خط نشان صفر به معنای محاسبه معادل مقدار تحلیلی و تفاوت صفر است). (ب) آنالیز باکس متوسط عدم قطعیت محاسبه (متوسط فاصله از مقدار تحلیلی) در کنترل و نمونه‌ها در سه بار تکرار از هر کدام

محاسبه فرکانس‌ها در نزدیک‌ترین بازه‌ها به مقدار تحلیلی، یک بازه کمتر و یک بازه بیشتر در دو طرف بین مقدار تحلیلی نیز، هایلایت و فرکانس کلی مقادیر محاسبه شده در این محدوده، محاسبه و در سطح آخر جدول ذکر شده است. در سطر آنتروپی، مقدار آنتروپی شانون در کل بازه‌ی مقادیر همین جدول، طبق رابطه آمده در مقدمه، محاسبه شده است.

همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، متوسط مقادیر عدم قطعیت در نمونه‌ی دو، به سمت مقادیر کمتر تمایل دارد، هر چند تفاوت بین دو نمونه و کنترل معنادار نیست.

جدول ۲، تمام فرکانس مقادیر محاسبات در بازه‌های مختلف در کنترل و نمونه‌ها را آورده است. در این جدول مقدار عددی تحلیلی در ستون اول با رنگ آبی هایلایت شده است؛ همچنین بدلیل

جدول ۲- داده‌ها در بین‌بندی صورت گرفته در آزمون محاسبه‌ی دو بعدی به همراه محاسبه‌ی آنتروپی شانون کل بازه؛ مقدار مشخص شده در ستون ۱، مقدار تحلیلی مورد انتظار است.

Bin Center	Control	TCF1	TCF2
7.80	1	0	0
7.82	1	1	0
7.84	2	1	1
7.86	0	3	4
7.88	2	5	2
7.90	0	3	7
7.92	9	13	7
7.94	9	10	5
7.96	14	10	9
7.98	12	7	11
8.00	10	10	12
8.02	15	10	15
8.04	2	10	7
8.06	7	10	6
8.08	6	2	8
8.10	4	4	1
8.12	2	0	3
8.14	3	0	1
8.16	1	1	1
Entropy	2.52	2.54	2.57
درصد خروجی محاسبه در نزدیک‌ترین بازه‌ها به مقدار تحلیلی	37%	27%	38%

در این محدوده نسبت به کل محاسبات، به عنوان رخداد یا هیت در نزدیک‌ترین ناحیه محاسبه شده و در سطر آخر جدول ۲ آمده است. همانطور که مشخص است نمونه‌ی میدان شعوری ۲ و کنترل در بازه‌ی با بیشترین انطباق بر جواب موردنظر، تفاوت قابل توجه حداقل ۹۰٪ را با نمونه‌ی ۱ نشان می‌دهند. همچنین مقدار آنتروپی شانون در نمونه‌ها بیشتر از کنترل و در نمونه ۲، در حدود ۲٪ بیش از کنترل است.

در جدول ۲، با دسته‌بندی اعداد محاسبه شده در بین‌های مختلف، و محاسبه تعداد آنها در هر بین، عملاً فرکانس اعداد تخمین زده شده در کنترل و نمونه‌ها بدست آمده است. از آنجا که مقدار تحلیلی مشخص مورد انتظار در این پژوهش ۸ بوده است، بین ویژه‌ای که عدد مرکزی آن ۸ است و نزدیک‌ترین بین‌ها از دو طرف آن (سطور رنگی در جدول ۲) به عنوان نزدیک‌ترین ناحیه به جواب مورد انتظار در نظر گرفته شده و میزان فرکانس اعداد تخمین زده شده

منابع

1. Barbu, A., Zhu, S. C. (2020). Introduction to Monte Carlo Methods. In: Monte Carlo Methods. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2971-5_1
2. Barbu, A., Zhu, SC. (2020). Data Driven Markov Chain Monte Carlo. In: Monte Carlo Methods. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2971-5_8