

实验一 测序数据的质量控制与预处理

实验目的

1. 掌握测序数据的FASTQ格式。
2. 熟悉FastQC、FASTX-Toolkit等质量控制工具的使用方法。
3. 熟悉Galaxy的使用方法。
4. 了解FastQC输出结果的含义。

实验材料

1. [sample.fastq](#)
2. [sample2.fastq](#)

实验工具

1. [Galaxy](#)
2. [FastQC](#)
3. [FASTX-Toolkit](#)

实验步骤

1. Upload data to Galaxy
 - 工具：“Get data” —> “Upload File”
 - 数据：sample.fastq, sample2.fastq
 - 注意：
 - 既可以通过链接获取数据，也可以直接上传本地数据（推荐前者）
 - 选择正确的数据格式（提示：Fastq；sample.fastq: Illumina 1.5; sample.fastq: Illumina 1.9）
 - 因为基因组版本在本实验中无关紧要，所以随便选择一个即可（比如：hg19）
 - 思考：在实际的数据处理中，如何
 - 获取测序数据
 - 拿到数据格式（Fastq的质量编码类型）
 - 选择基因组版本
2. Checking read quality with FastQC
 - 工具：“NGS: QC and manipulation” —> “FastQC”
 - 数据：sample.fastq
 - 注意：理解输出报告中每一部分结果的含义
 - 思考：
 - 如何查找FastQC的使用说明？
 - “Basic Statistics”中的Encoding说明什么？
 - 从“Per base sequence quality”中能得到什么信息？
 - 从“Per base sequence content”中能得到什么信息？
3. Convert FASTQ quality to sanger
 - 工具：“NGS: QC and manipulation” —> “FASTQ Groomer”
 - 数据：sample.fastq
 - 注意：指定正确的输入数据的质量编码类型（提示：Illumina 1.5）
 - 思考：为什么首先要把Fastq的质量编码转换成Sanger，之后才进行后续的处理？
4. Preprocessing with FASTX-Toolkit
 1. Remove reads with lower quality
 - 工具：“NGS: QC and manipulation” —> “Filter by quality”
 - 数据：sample_sanger.fastq
 - 注意：设定正确的参数（要求：keeping only reads that have at least 75% of bases with a quality score of 20 or more）
 - 思考：

- 总的输入、最终输出、丢掉的reads数目各是多少？
 - 在实际的数据处理中，如何选择合适的参数？
- 2. Trim the bases with sequence bias from reads
 - 工具：“NGS: QC and manipulation” —> “Trim sequences”
 - 数据：sample_sanger_filtered.fastq
 - 注意：设定正确的参数
 - 参考FastQC输出报告中的“Per base sequence content”设定参数“First base to keep”
 - 参考FastQC输出报告中的“Basic Statistics”或者“Sequence Length Distribution”设定参数“Last base to keep”
 - 思考：在实际的数据处理中，如何选择合适的参数？
- 5. Clean adapter containing reads from FASTQ data
 1. Checking read quality with FastQC
 - 工具：“NGS: QC and manipulation” —> “FastQC”
 - 数据：sample2.fastq
 - 思考：
 - “Basic Statistics”中的Encoding说明什么？
 - 从“Overrepresented sequences”中能得到什么信息？
 2. Clean adapter containing reads
 - 工具：“NGS: QC and manipulation” —> “Trim Galore!”
 - 数据：sample2.fastq
 - 注意：设定正确的参数，要求如下
 - Throw away processed reads shorter than 20 bases
 - The level of error tolerance is adjusted by specifying a maximum 10% error rate
 - 思考：
 - 如何指定adapter的序列？（提示：FastQC输出报告中的“Overrepresented sequences”）
 - 总的输入、带有adapter的reads数目各是多少？
 - 尝试使用“NGS: QC and manipulation” —> “Clip”去除adapter，并比较两种工具的结果。
 3. Checking read quality after cleaning adapter
 - 工具：“NGS: QC and manipulation” —> “FastQC”
 - 数据：sample2_trim.fastq
 - 思考：
 - 比较去除adapter前后的FastQC输出报告。
 - 不去除adapter的话对后续的处理有没有影响？
- 6. 探索“NGS: QC and manipulation”中的其他工具

参考资料

- [FastQC Help](#)
- [fastqc_sweave.pdf](#)
- [QC results](#)

实验二 外显子组测序数据的处理

实验目的

1. 掌握外显子组测序数据的分析流程。
2. 熟悉BWA、SAMtools、Snpeff等工具的使用方法。
3. 熟悉Galaxy的使用方法。
4. 了解存储变异信息的VCF格式。

实验材料

1. NA8524_chr21.fq: human(hg19), fastqsanger

实验工具

1. [Galaxy](#)
2. [BWA](#)
3. [SAMtools](#)
4. [SnpEff](#)

实验步骤

1. Upload data to Galaxy (略；参看实验一)
2. Checking read quality with FastQC (略；参看实验一)
3. Preprocessing (略；参看实验一)
4. Map with BWA
 - 工具：“NGS: Mapping” —> “Map with BWA for Illumina”
 - 数据：NA8524_chr21.fq
 - 注意：指定合适的基因组组装版本
 - 思考：尝试“Map with Bowtie for Illumina”、“Map with BWA”等工具
5. Statistics with SAMtools
 1. Convert SAM to BAM
 - 工具：“NGS: SAMtools” —> “SAM-to-BAM”
 2. Print descriptive information for a BAM dataset
 - 工具：“NGS: SAMtools” —> “Flagstat”
 - 思考：尝试“Stats”、“IdxStats”等质控工具
6. Call variants
 1. Call variants with MPileup
 - 工具：“NGS: SAMtools” —> “MPileup”
 - 注意：设定正确的参数
 - 选择和先前一致的基因组组装版本
 - 设定参数“Genotype Likelihood Computation”为“Do not perform genotype likelihood computation (output pileup)”
 - 思考：尝试直接使用MPileup提取变异（跳过后面的Varscan）
 2. Variant detection with Varscan
 - 工具：“NGS: Variant Analysis” —> “Varscan”
 - 思考：尝试调整“Varscan”的参数
7. Annotate variants
 - 工具：“NGS: Variant Analysis” —> “SnpEff”
 - 注意：设定合适的参数
 - 思考：尝试“ANNOVAR Annotate VCF”等其他注释工具
 - 提示：“ANNOVAR Annotate VCF”可能无法正常使用
8. Filter variants
 - 工具：“NGS: VCF Manipulation” —> “VCFfilter”
 - 注意：根据自己的需要构建表达式
 - 提示：“VCFfilter”可能无法正常使用
 - 思考：尝试使用“Text Manipulation”和“Filter and Sort”中的工具处理VCF
9. 补充：实际的数据处理过程中还需要对比对结果（BAM文件）和变异数据（VCF文件）进行以下处理
 - Mark/Remove PCR Duplicates
 - Local Realignments Around Indels
 - Quality Recalibration

参考资料

- [Galaxy Workflow ‘Exome Analysis’](#)

实验三 RNA-Seq的数据处理

实验目的

1. 掌握RNA-Seq测序数据的分析流程。
2. 熟悉Tuxedo套件的使用方法。
3. 熟悉Galaxy的使用方法。
4. 了解存储注释信息的GTF/GFF格式。

实验材料

1. [h1-hESC_Sample_Dataset.fastqsanger](#): human(hg19), fastqsanger
2. [GM12878_Sample_Dataset.fastqsanger](#): human(hg19), fastqsanger
3. [UCSC_Main_on_Human_refGene_chr19_BED.bed](#)
4. [UCSC_Main_on_Human_refGene_chr19_GTF.gtf](#)

实验工具

1. [Galaxy](#)
2. [Bowtie](#)
3. [TopHat](#)
4. [Cufflinks](#)

实验步骤

1. Upload data to Galaxy (略; 参看实验一)
2. Checking read quality with FastQC (略; 参看实验一)
 - 思考: 可以尝试“NGS: QC and manipulation”中的“FastQC”、“Build base quality distribution”、“Draw quality score boxplot”、“Compute quality statistics”、“FASTQ Summary Statistics” (结合“Graph/Display Data”中的“Boxplot”使用) 等工具
3. Preprocessing (略; 参看实验一)
 - 思考
 - 标准: remove base positions that have a median quality score of below 15
 - Is trimming needed for the datasets?
 - If necessary, trim the reads! (可以尝试“NGS: QC and manipulation”中的“Trim Galore!”、“Trimmomatic”、“Trim sequences”、“FASTQ Trimmer”、“FASTQ Quality Trimmer”等工具)
4. Map reads with TopHat
 - 工具: “NGS: RNA Analysis” → “TopHat”
 - 数据: *.fastq
 - 注意: 指定合适的基因组组装版本
 - 思考
 - 可以尝试利用“UCSC_Main_on_Human_refGene_chr19_BED.bed”对TopHat的结果进行可视化
 - 理解TopHat主要参数的含义
 - 理解TopHat每个输出文件的含义
5. Assemble and analyze transcripts
 - 工具: “NGS: RNA Analysis” → “Cufflinks”
 - 数据: accepted_hits.bam
 - 注意: 设置合适的参数 (此处默认即可)
 - 理解Cufflinks主要参数的含义
 - 理解Cufflinks每个输出文件的含义
6. Identify transcripts that are differentially expressed
 1. Compare assembled transcripts
 - 工具: “NGS: RNA Analysis” → “Cuffcompare”
 - 数据: (assembled transcripts) X 2 + “UCSC_Main_on_Human_refGene_chr19_GTF.gtf”
 - 注意: 设置合适的参数
 - 理解Cuffcompare主要参数的含义
 - 理解Cuffcompare每个输出文件的含义

2. Find significant changes in transcript expression
 - 工具：“NGS: RNA Analysis” —> “Cuffdiff”
 - 数据：combined transcripts + (accepted_hits.bam) X 2
 - 注意：设置合适的参数
 - 指定“Condition Name”
 - 理解Cuffdiff主要参数的含义
 - 理解Cuffdiff每个输出文件的含义
 - 思考：分别从“transcript differential expression testing”和“gene differential expression testing”中提取显著差异表达的转录本和基因
7. Visualization with CummeRbund (略)

参考资料

- [RNA-Seq using Galaxy](#)
 - [/training/Glossina_annotation/RNA-Seq_files](#)
-